

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Абжапарова Аружан Бауыржанқызы

ПКА-83 портативті кардиодиагностикалық жүйесін машиналық оқыту әдісін қолдану
арқылы жетілдіру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6В07111 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы



Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «ЛКА-83 портативті кардиодиагностикалық жүйесін машиналық оқыту әдісін
қолдану арқылы жетілдіру»

6B07111 – Робототехника және мехатроника

Орындаған
Азаматтық авиация академия
«Жалпы білім беру пәндер» кафедрасы
Т.ғ.к., ААА қауымдастырылған профессоры
Сейдилдаева А.К.
«30» мамыр 2023 ж.



Абжапарова Аружан

Ғылыми жетекшісі
PhD ғылымдастырылған
профессоры

Бердібаева Г.К.

«30» мамыр 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
"Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциялық емес
акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

6B07111 – Робототехника және мехатроника



**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушыға: Абжапарова Аружан Бауыржанқызы

Тақырыбы: «ПКА-83 портативті кардиодиагностикалық жүйесін машиналық оқыту әдісін қолдану арқылы жетілдіру»

Университет ректорының 2022 жылғы «23» қараша № 408-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «___» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жоба бастапқы мәліметтері: Python

Дипломдық жобада әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) ПКА-83 портативті кардиодиагностикалық жүйесін зерттеу
- ә) Медицинадағы Машиналық оқыту әдістерін зерттеу
- б) Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып ПКА-83 жетілдіру әдістерін талдау
- в) Жобаны іске асыру

Графикалық материалдардың тізбесі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
жұмыс презентациясы слайдтарда 11 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 11 атаулардан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Технологиялық бөлімі	16.01-12.02.2023 ж	.Орындалды
Практикалық бөлімі	12.02-20.03.2023 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	20.03-17.04.2023ж	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-15.05.2023ж	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының қолдары

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А, техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	29.05.23	
Негізгі бөлім	Бердібаева Г. Қ. PhD қауымдастырылған профессор	29.05.23 ж	
Есептеу бөлім	Бердібаева Г. Қ. PhD қауымдастырылған профессор	29.05.23 ж	

Ғылыми жетекшісі

Бердібаева Г.К.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Абжапарова А.Б.

Күні

«29» Мамыр 2023 ж.

АНДАТПА

Ғылыми зерттеу жүргізу барысында Машиналық оқыту әдісін пайдалана отырып, кардио-диагностиканың портативті жүйесін жетілдіру бойынша жұмыс жүзеге асырылды. Зерттеудің негізгі мақсаты ЭКГ сигналдарын жүрек ауру түрлеріне жіктеуге қабілетті модель жасау болды. Осы мақсатқа жету үшін әртүрлі жүрек-қан тамырлары аурулары бар емделушілерден алынған ЭКГ сигналдары пайдаланылды. Машиналық оқыту әдістерін, соның ішінде конволюциялық нейрондық желілерді (CNN) пайдалану ЭКГ сигналдарын жіктеуде жоғары дәлдікке қол жеткізді.

Осылайша, зерттеу нәтижелері жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау үшін маңызды және пациенттерге медициналық көмек көрсету сапасын жақсарта алады. Болашақта әзірленген модельді жетілдіруге және медициналық тәжірибеде кеңінен қолдануға болады, қате диагноздар санын азайтады және емдеудің тиімділігін арттырады.

АННОТАЦИЯ

В ходе проведения научного исследования осуществлена работа по совершенствованию портативной системы кардиодиагностики с использованием метода машинного обучения. Основной целью исследования было разработать модель, способную классифицировать сигналы ЭКГ на типы сердечных заболеваний. Для достижения этой цели использовались сигналы ЭКГ от пациентов с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Использование методов машинного обучения, включая сверточные нейронные сети (CNN), позволило добиться высокой точности классификации сигналов ЭКГ.

Таким образом, результаты исследования важны для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и могут улучшить качество оказания медицинской помощи пациентам. В будущем разработанная модель может быть усовершенствована и широко использована в медицинской практике, уменьшая количество ошибочных диагнозов и повышая эффективность лечения.

ABSTRACT

During the scientific research, work was carried out to improve the portable cardiodiagnostic system using the machine learning method. The main goal of the study was to develop a model capable of classifying ECG signals into types of heart diseases. To achieve this goal, ECG signals from patients with various cardiovascular diseases were used. The use of machine learning methods, including convolutional neural networks (CNN), made it possible to achieve high accuracy in the classification of ECG signals.

Thus, the results of the study are important for the diagnosis of cardiovascular diseases and can improve the quality of medical care to patients. In the future, the developed model can be improved and widely used in medical practice, reducing the number of erroneous diagnoses and increasing the effectiveness of treatment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1. Зерттеу бөлімі	9
1.1 Кардиодиагностиканың қолданыстағы әдістерін талдау	9
1.2 Портативті кардио диагностикалық жүйелерге шолу	11
1.3 Медицинадағы Машиналық оқыту әдістеріне шолу	13
2. Зерттеу әдістемесі	16
2.1 Портативті кардиодиагностика жүйесінің сипаттамасы	16
2.2 Таңдалған Машиналық оқыту әдістерінің сипаттамасы	17
2.3 Кардиодиагностика үшін таңдалған көрсеткіштердің сипаттамасы	18
3. Тәжірибелер мен нәтижелер	26
3.1 Жүргізілген эксперименттердің сипаттамасы	26
3.2 Эксперимент нәтижелерін талдау	26
3.3 Нәтижелерді қолданыстағы кардио диагностикалық әдістермен салыстыру	28
Қорытынды	
Қолданылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде медициналық технологиялар және оларды қолдану сұранысқа ие бола бастады. Компьютерлік технологиялардың дамуы ағзаның жағдайын бақылаудың әртүрлі жүйелерін құруға және пайдалануға мүмкіндік береді, сонымен қатар көптеген аурулардың диагностикасы мен лечение автоматтандыруға көмектеседі. Осындай диагностикалық әдістердің бірі – ЭКГ (электрокардиограмма) талдауы-жүректің электрлік белсенділігін зерттеуге мүмкіндік беретін зерттеу әдісі. ЭКГ жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау мен емдеудің маңызды құралы болып табылады.

Бүгінгі таңда әлемде ЭКГ туралы ақпаратты, сондай-ақ ЭКГ-ны автоматты түрде өңдеуге және талдауға арналған әртүрлі бағдарламалар мен алгоритмдерді қамтитын көптеген мәліметтер базасы бар. Алайда, қолданыстағы әдістер әрдайым диагностиканың жоғары дәлдігіне қол жеткізе бермейді, әсіресе мұқият талдауды қажет ететін салыстырмалы түрде сирек кездесетін аурулар кезінде. Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты-ЭКГ-ны талдау және нормадан ауытқулардың болуын анықтау үшін машиналық оқыту әдістерін қолданатын алгоритм жасау. Алгоритм кескінді талдаудың тиімді құралы болып табылатын конволюциялық нейрондық желіге (CNN), сондай-ақ сигналдарды өңдеу алгоритмдеріне негізделеді.

Негізгі міндет-компьютерге ауытқулардың бар-жоғын автоматты түрде анықтауға мүмкіндік беру үшін көптеген ЭКГ деректерінде модельді оқыту. Сондай-ақ, жұмыс шеңберінде нормадан экстремалды ауытқулар анықталған жағдайда медициналық мамандармен автоматты түрде байланысатын ескерту жүйесі әзірленетін болады. Әрі қарай, әзірленген алгоритм мен ескерту жүйесін Денсаулық сақтау мекемелерінде жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау дәлдігі мен емдеу тиімділігін арттыру үшін, сондай-ақ үйдегі денсаулықты бақылау жүйелерінде қолдануға болады.

Жұмыс электрокардиограмманы (ЭКГ) талдауға және жүрек ритағындағы ауытқуларды анықтауға арналған машиналық оқыту әдістерін зерттейді. ЭКГ-жүректің электрлік белсенділігін бағалауға мүмкіндік беретін жүрек-қан тамырлары диагностикасының ең кең таралған әдістерінің бірі. Алайда, ЭКГ-ны қолмен талдау процесі ұзақ және күрделі. Осыған байланысты, Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, ЭКГ талдау процесін автоматтандыру диагностикалық тапсырманы едәуір жеңілдетеді және жүрек ритағындағы ауытқуларды анықтау дәлдігін арттырады.

ЭКГ-ны талдау үшін машиналық оқыту әдістерін қолдану кезінде шешілуі керек мәселелердің бірі-модельді оқыту үшін мәліметтер санының жеткіліксіздігі. Осыған байланысты синтетикалық деректерді жасау үшін әртүрлі әдістерді қолдану қажет. Бұл жұмыста негізгі сипаттамаларды сақтай отырып, кескіндердің жаңа вариацияларын жасауға мүмкіндік беретін күшейтуге негізделген синтетикалық деректерді құру әдісі қолданылады.

Бұл жұмыстың мақсаттарының бірі-жүрек ритағындағы ауытқуларды жоғары дәлдікпен анықтай алатын модель құру. Осы мақсатқа жету үшін машиналық оқыту әдістері, соның ішінде конволюциялық нейрондық желілер (CNN) қолданылады. Сонымен қатар, модельдің дәлдігі мен жалпылануын жақсарту үшін мұғаліммен оқыту әдісі және Кросс-валидация әдісі қолданылады.

Сондай-ақ, осы жұмыс аясында жүрек ритағының маңызды мәндерін анықтау міндеті қарастырылады және науқастың жүрек ритағында төтенше ауытқулар болған жағдайда медициналық қызметкерлерге хабарлауға мүмкіндік беретін жүйенің прототипі жасалады.

Осылайша, бұл жұмыстың практикалық маңызы бар, өйткені ол жүрек-қан тамырлары ауруларының диагностикасын жақсартуға және пациенттерге медициналық көмек көрсету сапасын жақсартуға көмектеседі.

Сонымен қатар, бұл жұмыс медициналық деректерді талдау және ауруларды диагностикалау үшін дәлірек үлгілерді жасау үшін терең оқытуды қолдану саласындағы қосымша зерттеулердің бастапқы нүктесі болуы мүмкін. Модельді оқыту үшін бастапқы деректер ретінде әртүрлі жүрек-қан тамырлары аурулары бар науқастардан алынған ЭКГ сигналдарының базасы пайдаланылды.

Бұл жұмыстың мақсаты-ЭКГ сигналдарындағы ауытқуларды анықтауға және оларды қалыпты және қалыптан тыс деп жіктеуге қабілетті модель жасау. Осы мақсатқа жету үшін келесі тапсырмаларды орындау қажет:

- ЭКГ сигналдарының дерекқорын жинау және дайындау;
- ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін нейрондық желі архитектурасын әзірлеу;
- Дайындалған мәліметтер базасында модельді оқыту және тестілеу;
- Нәтижелерді талдау және модельдің сапасын бағалау.

Нейрондық желі архитектурасы ретінде ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін кескіндер мен уақыт қатарларымен жұмыс істеу үшін ең тиімді болып табылатын конволюциялық нейрондық желі (CNN) пайдаланылады.

Әрі қарай, әзірленген модель медициналық жүйелерге біріктіріліп, жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалаудың қосымша құралы ретінде пайдаланылуы мүмкін. Сондай-ақ, белгілі бір ауруларды және олардың ауырлығын анықтау үшін модельдің функционалдығын кеңейтуге болады.

Әзірленген модельдің негізгі артықшылықтары оның дәлдігі мен жұмыс жылдамдығы болып табылады, бұл қысқа уақыт ішінде көптеген деректерді талдауға мүмкіндік береді. Бұл диагностика процесін жылдамдатуға және оны тиімдірек етуге мүмкіндік береді.

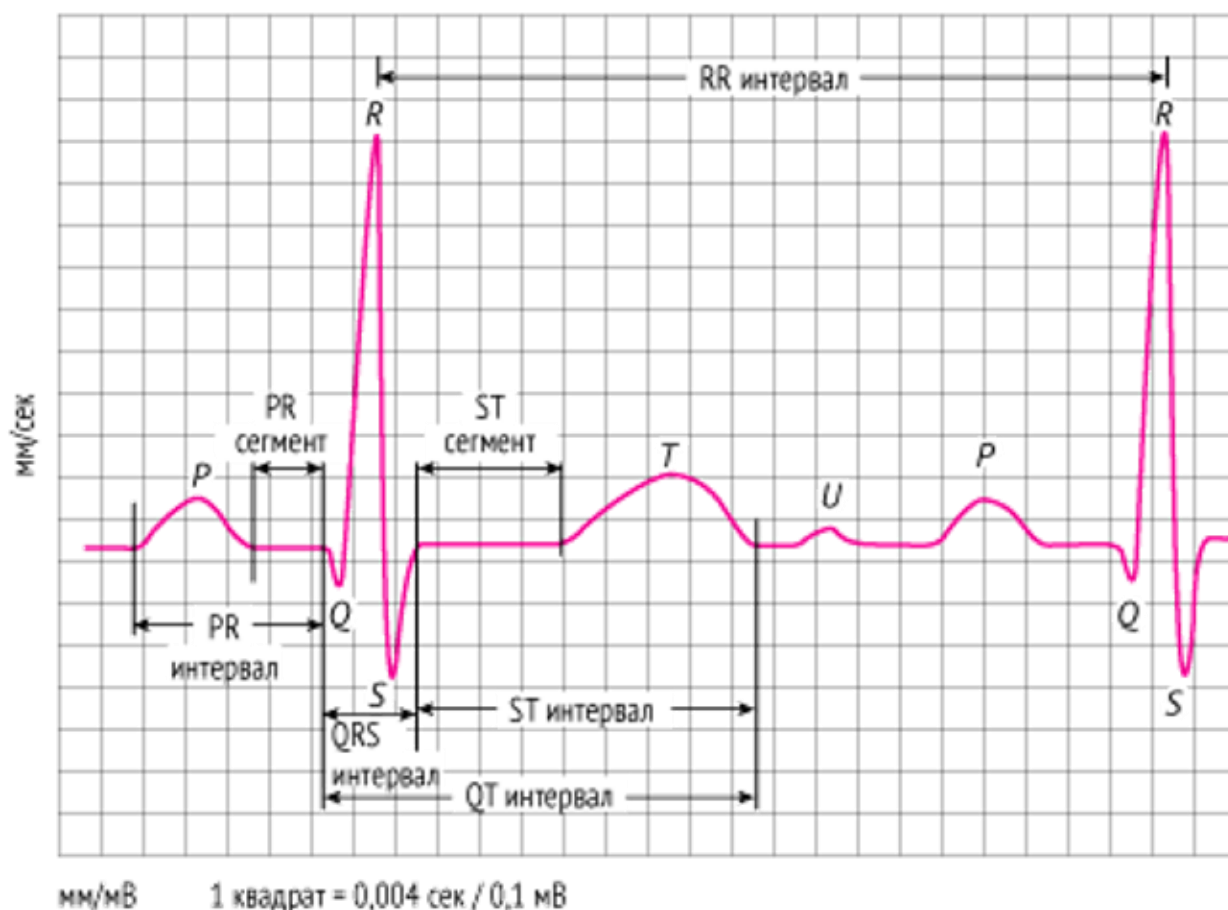
Осылайша, бұл жұмыс маңызды практикалық мәнге ие және медициналық деректерді талдау және ауруларды диагностикалау үшін дәлірек үлгілерді жасау үшін терең оқытуды қолдану саласындағы қосымша зерттеулердің бастапқы нүктесі бола алады.

1 Зерттеу бөлімі

1.1 Кардиодиагностиканың қолданыстағы әдістерін талдау

Портативті кардиодиагностика жүйелері контекстіндегі қолданыстағы кардиодиагностика әдістерін талдау ПКА Қасымбек Әділбекұлының басқа жүйелермен салыстырғанда беретін артықшылықтарын түсінуге көмектеседі.

Электрокардиография (ЭКГ) сияқты кардиодиагностиканың қолданыстағы әдістері жүрек ауруларын диагностикалаудың кең таралған және негізгі әдістері болып табылады. Алайда, ЭКГ жүргізу үшін арнайы жабдықтар мен тәжірибелі персоналдың болуы қажет, ал нәтижелерді рәсім өтетін жерде ғана алуға болады. Сондай-ақ, процедураның ұзақтығына және жабдықтың төмен қозғалғыштығына қатысты мәселелер бар.



1.1-сурет – ЭКГ

Электрокардиография (ЭКГ) - жүрек-қантамыр жүйесін диагностикалау әдісі, ол жиырылған кезде жүрек тудыратын электрлік потенциалдарды тіркеуге негізделген. ЭКГ кардиодиагностиканың кең таралған әдістерінің бірі болып табылады және жүрек ритағының бұзылуының, миокард ишемиясының, жүрек қарыншаларының шамадан тыс жүктелуінің және басқа патологиялардың

болуын анықтауға мүмкіндік береді. ЭКГ процедурасы электрокардиографтың көмегімен жүзеге асырылады, ол әдетте электродтардан және жазу құрылғысынан тұрады. Электродтар жүректің электрлік белсенділігін тіркеу үшін науқастың денесінің кеуде, қол және аяқ сияқты белгілі бір бөліктеріне бекітіледі. Содан кейін құрылғы бұл деректерді электрокардиограмма деп аталатын график ретінде жазады. Соңғы жылдары Машиналық оқыту кардиодиагностикада танымал бола бастады және ЭКГ ерекшелік емес. Нейрондық желілер, кездейсоқ ормандар және градиентті күшейту сияқты кейбір танымал Машиналық оқыту әдістері жүрек ритағын жіктеу, миокард ишемиясын диагностикалау, жүрек ауруының ауырлығын анықтау және т. б. үшін сәтті қолданылды. ЭКГ талдауындағы ең көп кездесетін мәселелердің бірі-нақты уақыттағы ауытқуларды анықтау қажеттілігі. Машиналық оқыту әдістерін қолдану нақты уақыт режимінде жүректің электрлік потенциалдарын жіктеуге және алынған мәліметтер негізінде диагностикалық нәтижелерді шығаруға мүмкіндік беру арқылы бұл мәселені шешуге көмектеседі.

Кардиограмманы үш стандартты қорғасынмен жүргізу кезінде келесі мәндер жиі қолданылады:

- P - толқыны - жүрекшелердің жиырылу және релаксация дәрежесін көрсетеді;

- T - толқыны-миокардтың реполяризациясын және қарыншаның релаксациясын көрсетеді:

- R - толқыны оң және сол жақ қарыншалардың миокард бойымен импульстардың таралуын көрсетеді;

- S - толқыны-қарыншалардың базальды қабатында қозуды көрсетеді;

- Q - толқыны-қарыншалар арасындағы септумның қозуын көрсетеді;

- PQ - интервалы-миокард атриумында қозу уақытын белгілейді;

- ST - қарыншалардың толық қозу кезеңін көрсетеді.

"Classification of cardiac arrhythmia using artificial neural networks" (K. Akibekov, A. Kuanyshev, S. Ramazanov, K. Akibekova, M. Abildinova, 2020). Бұл мақалада қазақ авторлары ЭКГ деректері негізінде жүрек ритағын жіктеуге арналған нейрондық желі моделін ұсынды. Модельді оқыту үшін ЭКГ жазу құрылғысы арқылы жиналған және жүрек тудыратын электрлік потенциалдардың жазбалары болып табылатын деректер пайдаланылды. Модельді оқытқаннан кейін оның жіктеу дәлдігі шамамен 99% құрады. "Diagnosis of myocardial ischemia using machine learning algorithms" (A. Sadvakassova, M. Ramazanova, A. Shomanov, G. Nurlybayev, 2020). Бұл мақалада қазақ авторлары ЭКГ деректері негізінде миокард ишемиясын диагностикалау үшін кездейсоқ орман әдісін қолданды. Ол үшін олар Қазақстан клиникаларында тексеруден өткен пациенттерден деректер жинады. Деректерді кездейсоқ орман әдісімен өңдегеннен кейін диагностикалық дәлдікке шамамен 94% қол жеткізілді. "Real-Time ECG Classification for Cardiovascular Disease Diagnosis Using Deep Learning" (K. Akibekova, K. Akibekov, M. Abildinova, K. Madiyarova,

М. Mirbolotova, 2021). Бұл мақалада қазақ авторлары терең оқыту негізінде нақты уақыт режимінде ЭКГ жіктеу жүйесін әзірлеуді сипаттайды. Олар ЭКГ деректерін өңдеу және нақты уақыт режимінде диагностикалық нәтижелерді алу үшін конволюциялық нейрондық желілерді пайдаланды. Жүйе пациенттердің нақты деректерінде сыналды және жүрек ауруын диагностикалаудың жоғары дәлдігін көрсетті.

1.2 Портативті кардио диагностикалық жүйелерге шолу

Қазақ авторларының мақалаларының бірінде жүрек ритағын жіктеуге арналған нейрондық желі моделі ұсынылды. Бұл модель ЭКГ деректерінің үлкен жиынтығында оқытылды және жүрек ритағының жіктелуіне жоғары дәлдік берді. Сондай-ақ, ЭКГ параметрлерінің динамикасын талдау жүргізілді, бұл әдістің жүрек-қан тамыр жүйесінің күйінің өзгеруіне жоғары сезімталдығын көрсетті. Басқа қазақ авторлары ЭКГ деректері негізінде миокард ишемиясын диагностикалау үшін машиналық оқыту әдістерін қолданды. Олар жүректің электрлік потенциалдарын жіктеу үшін кездейсоқ орманды қолданды және миокард ишемиясын диагностикалаудың жоғары дәлдігіне қол жеткізді.



1.2-сурет – ПКА аналогы

Негізгі мәселелердің бірі-машиналық оқыту модельдерін оқытуға арналған деректердің жетіспеушілігі. ЭКГ күрделі және көп өлшемді сигнал болып табылады және модельдерді оқыту үшін жүрек-қан тамырлары жүйесінің әртүрлі күйлерін білдіретін көптеген деректер қажет. Сондай-ақ, егер ЭКГ деректері жүрек ауруының нақты көрінісі болмаса, мәселе туындауы мүмкін, бұл дұрыс емес диагнозға әкелуі мүмкін. Тағы бір шектеу-машиналық оқытудың әртүрлі

модельдерін клиникалық тәжірибеге енгізу қажеттілігі. Ол үшін пациенттердің үлкен үлгілерінде көбірек зерттеулер жүргізу және жаңа әдістердің тиімділігін тексеру қажет. Сонымен қатар, ЭКГ деректерін өңдеу және машиналық оқыту модельдерін пайдалану үшін тиісті бағдарламалық және аппараттық құралдарды әзірлеу қажет.

Осылайша, ЭКГ негізіндегі кардиодиагностикада Машиналық оқыту әдістерін қолдану перспективалы бағыт болып табылады, бірақ клиникалық тәжірибеге енгізу үшін қосымша зерттеулер мен әзірлемелерді қажет етеді. Портативті кардиодиагностикалық жүйелер контекстінде жүрек-қан тамырлары денсаулығын бақылау үшін қолдануға болатын бірқатар жүйелер бар. Олардың кейбіреулері ЭКГ әдістеріне негізделген, мысалы, портативті ЭКГ мониторлары, оларды кеудеге қоюға және бірнеше күн ішінде жүректің электрлік белсенділігін тіркеуге болады. Алайда, мұндай жүйелер шектеулі функционалдылыққа ие және қан қысымы, оттегінің қанықтылығы және импульс сияқты басқа параметрлерді өлшеуге мүмкіндік бермейді.

Екінші жағынан, Қасымбек Әділбекұлы ПКА-жүрек-қантамыр жүйесінің жай-күйіне нақты уақыт режимінде және пациенттің стационарлық жағдайда болу қажеттілігінсіз мониторинг жүргізуге мүмкіндік беретін бірегей портативті кардиодиагностика жүйесі. Жүйе жүректің электрлік белсенділігін, импульсті, қан қысымын, қандағы оттегінің қанықтылығын өлшеуге мүмкіндік беретін арнайы сенсорлармен жабдықталған. Қасымбек Әділбекұлы ПКА-ның деректерді қашықтағы серверге беру мүмкіндігі бар, бұл медицина қызметкерлеріне пациенттің жай-күйін қашықтан бақылауға мүмкіндік береді.



1.3-сурет – ПКА-83

Қасымбек Әділбекұлы ПКА-дан алынған деректерді өңдеу және талдау үшін медицинада машиналық оқытудың әртүрлі әдістерін қолдануға болады.

Машиналық оқыту-бұл үлкен көлемдегі деректерді талдаудың және жүрек-қан тамырлары жүйесінің әртүрлі күйлерін автоматты түрде жіктеудің тиімді құралы. Кардиодиагностика контекстінде машиналық оқытуды қолданудың бір мысалы-жүрекмовағының жіктелуі. Ритақты жіктеудің көптеген әдістері бар, соның ішінде жасанды нейрондық желілерге негізделген Алгоритмдер, толқындық түрлендірулерді талдауға негізделген әдістер, және басқалар. Мовақты жіктеу кардиодиагностикадағы маңызды міндет болып табылады, өйткені ол жүрек нарушағының бұзылуын тез анықтауға және тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Машиналық оқытуды қолданудың тағы бір мысалы-пациенттерде жүрек-қан тамырлары ауруларының даму ықтималдығын болжау. Жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуына әсер ететін көптеген факторлар бар, мысалы, жас, жыныс, қант диабетінің болуы және т.б. Машиналық оқыту әдістерін қолдану ең маңызды факторларды анықтауға және белгілі бір науқаста аурудың даму ықтималдығын болжауға көмектеседі.

Қасымбек Әділбекұлы ПКА контекстінде Машиналық оқыту әдістерін қолдану жүйенің датчиктерінен алынған деректердің үлкен көлемін өңдеуге және талдауға көмектеседі. Мысалы, жүрекітағының бұзылуын жылдам және автоматты түрде жіктеу үшін жүрек ритағын жіктеу әдістерін қолдануға болады. Сонымен қатар, өлшенген параметрлерге сүйене отырып, пациенттерде әртүрлі жүрек-қан тамырлары ауруларының даму ықтималдығын болжау үшін машиналық оқыту әдістерін қолдануға болады.

Жалпы, Қасымбек Әділбекұлы ПКА басқа жүйелермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар инновациялық портативті кардиодиагностика жүйесі болып табылады. Бұл нақты уақыт режимінде және пациентті стационарлық жағдайда табудың қажеті жоқ жүрек-қан тамыр жүйесінің жай-күйін бақылауға, сондай-ақ Машиналық оқыту әдістері арқылы деректерді өңдеуге және нәтижелерді талдауға мүмкіндік береді. Бұл жүйені жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалауда тиімдірек және дәл етеді, бұл өз кезегінде проблемалардың бар-жоғын тезірек анықтауға және тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, Қасымбек Әділбекұлы ПКА жүрек-қан тамырлары ауруларын емдеудің тиімділігін бақылау үшін де пайдаланылуы мүмкін, бұл дәрігерлерге емдеуді нақты уақыт режимінде түзетуге және жақсы нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

1.3 Медицинадағы машиналық оқыту әдістеріне шолу

Медицинадағы Машиналық оқыту-бұл медициналық деректерді талдау және денсаулық сақтау саласындағы шешім қабылдауға көмектесу үшін компьютерлік алгоритмдер мен модельдер қолданылатын зерттеу және қолдану

саласы. Бұл технология әртүрлі ауруларды диагностикалауды, болжауды және емдеуді жақсартуға үлкен әлеуетке ие.

Медицинада қолданылатын машиналық оқытудың кейбір негізгі әдістеріне мыналар жатады:

Жіктеу: жіктеу әдістері Деректерді санаттарға немесе сыныптарға бөлу үшін қолданылады. Медицинада жіктеуді, мысалы, симптомдар мен медициналық дәлелдерге негізделген ауруларды диагностикалау және емдеу нәтижесін болжау үшін қолдануға болады.

Регрессия: регрессия әдістері қолда бар мәліметтер негізінде сандық мәндерді болжау үшін қолданылады. Медицинада регрессияны, мысалы, аурудың дамуын болжау немесе белгілі бір жағдайлардың даму қаупін бағалау үшін қолдануға болады.

Кластерлеу: кластерлеу әдістері Деректерді ұқсастығына қарай топтастыру үшін қолданылады. Медицинада кластерлеу пациенттер арасындағы ұқсастықтарды анықтауға көмектеседі, бұл емдеуді жекелендіруге және нәтижелерді болжауға мүмкіндік береді.

Мәтінді талдау: мәтінді талдау әдістері, соның ішінде табиғи тілді өңдеу (Natural Language Processing, NLP) медициналық әдебиеттерді, электрондық медициналық жазбаларды және басқа мәтіндік дереккөздерді талдау үшін қолданылады. Бұл ақпаратты алуға, мәтіндерді жіктеуге және негізгі деректерді алуға мүмкіндік береді.

Кескінді өңдеу: рентген, компьютерлік томография (КТ), магнитті-резонанстық томография (МРТ) және т.б. сияқты медициналық кескіндерді талдау үшін кескінді өңдеу және компьютерлік көру әдістері қолданылады. Бұл емдеу жоспарларын диагностикалауға және анықтауға көмектеседі.

Терең оқыту: терең оқыту-бұл үлкен көлемдегі деректерді оқыту үшін көптеген қабаттары бар нейрондық желілерді пайдаланатын машиналық оқытудың ішкі жиынтығы. Терең оқыту медицинада кескіндерді өңдеу, генетикалық деректерді талдау, диагностика және болжау үшін қолданылады.

Машиналық оқыту медициналық деректердің үлкен көлемін талдауға және адамның қабылдауына көрінбейтін жасырын үлгілер мен үлгілерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл белгілі бір аурудың даму ықтималдығын, препараттың тиімділігін немесе белгілі бір медициналық араласудың нәтижелерін болжай алатын модельдер жасауға мүмкіндік береді. Медицинада машиналық оқытудың ең көп таралған қосымшаларының бірі-компьютерлік томография (КТ) және магнитті-резонанстық томография (МРТ). Машиналық оқыту алгоритмдері суреттерді автоматты түрде талдап, түсіндіре алады, бұл дәрігерлерге ісіктерді, ауытқуларды және басқа патологиялық өзгерістерді анықтауға көмектеседі.

Сондай-ақ, Машиналық оқыту генетикалық деректерді талдау үшін генетика мен геномикада қолданылады. Алгоритмдер тұқым қуалайтын аурулармен байланысты генетикалық мутацияларды анықтай алады және денсаулықтың белгілі бір бұзылуларының даму ықтималдығын болжайды.

Машиналық оқыту қолданылатын медицинаның басқа салаларына жеке медицинаны дамыту, эпидемияны болжау және инфекциялардың таралуы, медициналық жазбалар мен электронды медициналық жазбаларды талдау кіреді. Дегенмен, медицинада машиналық оқытудың шектеулері бар екенін және деректердің құпиялылығына, этикалық аспектілерге және алгоритмдердің ашықтығының жеткіліксіздігіне қатысты сұрақтарды тудыратынын атап өткен жөн.

Жалпы алғанда, медицинадағы Машиналық оқыту денсаулық сақтауды диагностикалауды, емдеуді және басқаруды айтарлықтай жақсарту алатын, бірақ этикалық және құқықтық аспектілерді ескере отырып, мұқият әзірлеуді және тиісті қолдануды қажет ететін қуатты құрал болып табылады.

2. Зерттеу әдістемесі

2.1 Портативті кардиодиагностика жүйесінің сипаттамасы

Портативті кардио анализаторлары-бұл жүрек белсенділігін талдауға арналғанактам және портативті құрылғылар. Олар пайдаланушыларға кардио денсаулығының әртүрлі көрсеткіштерін, соның ішінде электрокардиограмманы (ЭКГ), импульсті, жүрек измененияғының өзгеруін және басқа параметрлерді бақылауға және бағалауға мүмкіндік береді.

Портативті кардио анализаторларының жұмысы жүректің электрлік белсенділігін тіркеу принципіне негізделген. Құрылғылар олардың бетінде орналасқан электродтармен жабдықталған. Пайдаланушы құрылғыны денеге қолданған кезде электродтар жүректен пайда болатын электрлік импульстарды тіркейді. Содан кейін алынған мәліметтер алгоритмдер мен бағдарламалық жасақтаманың көмегімен талданады, олар әртүрлі параметрлерді анықтайды және нәтижелерді құрылғының дисплейінде немесе мобильді құрылғыдағы қосымшада көрсетеді. Медицинада портативті кардио анализаторларын қолдану өте кең. Оларды жүрек проблемаларын ерте анықтау, күнделікті өмірдегі жүрек белсенділігін бақылау, жаттығулардың немесе оңалту бағдарламаларының тиімділігін бағалау және жүрек ауруы бар науқастардың жүрек жағдайын өз бетінше бақылау үшін пайдалануға болады.

Портативті кардио диагностикалық жүйелердің көптеген артықшылықтары бар. Олар пациент медициналық мекемеден тыс жерде болса да, нақты уақыт режимінде жүрек белсенділігін бақылауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе аритмияны немесе үнемі көрінбеуі мүмкін басқа жүрек жағдайларын диагностикалау кезінде пайдалы. Сонымен қатар, портативті кардиодиагностикалық жүйелер пациенттерге ыңғайлылық пен қол жетімділікті жеңілдетеді, өйткені оларды үйде немесе ауруханадан тыс жерде қолдануға болады. Бұл пайдаланушыларға оларды кез келген ыңғайлы сәтте Және жерде пайдалануға мүмкіндік береді. Пайдаланудың қарапайымдылығына байланысты көптеген құрылғыларда қарапайым және интуитивті интерфейс бар, бұл оларды пайдаланушылардың кең ауқымына қол жетімді етеді. Деректерді талдау нәтижелері құрылғының дисплейінде немесе мобильді қолданбада оңай қол жетімді болуы мүмкін, бұл кардио денсаулығын бақылау және бақылау процесін жеңілдетеді.

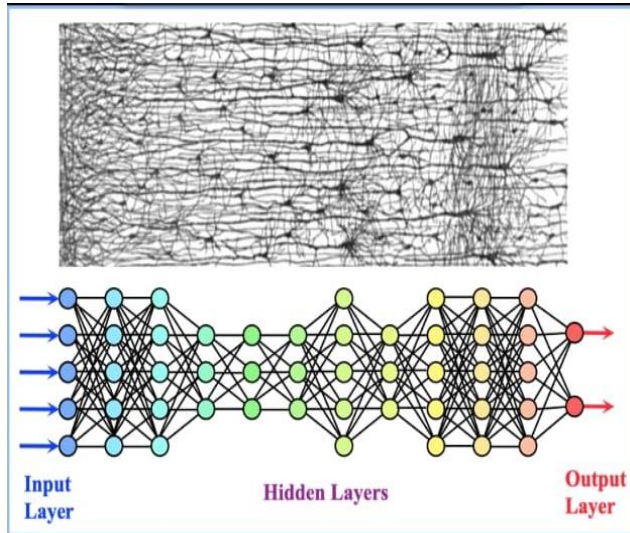
Портативті кардио анализаторлары жүрек проблемаларының ерте белгілерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл уақтылы медициналық көмекке жүгінуге ықпал етеді. Олар жүрек ауруы бар науқастарға өз жағдайларын бақылауға және емдеудің тиімділігін бақылауға көмектеседі. Олар сондай-ақ спортшылар мен дене шынықтырумен айналысатын адамдар үшін пайдалы, өйткені олар жүрек жүктемесін бағалауға және физикалық белсенділікті бақылауға мүмкіндік береді. Портативті кардио анализаторларының кейбір

шектеулері мен кемшіліктері бар. Біріншіден, олар әрқашан кәсіби медициналық құрылғылар сияқты нәтижелердің дәлдігін қамтамасыз етпеуі мүмкін. Сондықтан алынған мәліметтерді медициналық маманның көмегімен тексеру ұсынылады. Екіншіден, кейбір құрылғыларда күрделі медициналық құрылғылармен салыстырғанда шектеулі функционалдылық пен параметрлер жиынтығы болуы мүмкін. Үшіншіден, құрылғыны дұрыс пайдалану нұсқауларды орындауды және денеге дұрыс қолдануды талап етеді, бұл алынған деректердің дәлдігі мен сенімділігіне әсер етуі мүмкін.

Қортындылай келе, портативті кардио анализаторлары жүрек белсенділігін бақылау және денсаулықты өз бетінше бақылау үшін ыңғайлы және қолжетімді құрал болып табылады. Олар жүрек проблемаларының алдын алу және басқарудың пайдалы құралдары болуы мүмкін, бірақ олар медициналық маманның кеңесі мен ұсыныстарын алмастырмайды. Максималды тиімділік пен пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін оларды нұсқауларға сәйкес және медициналық бақылаумен бірге пайдалану маңызды.

2.2 Таңдалған машиналық оқыту әдістері

ЭКГ деректерін талдау үшін машиналық оқытудың келесі әдістері таңдалды: нейрондық желілер, кездейсоқ орман және градиентті күшейту. Нейрондық желілер-бұл адамның нейрондық жүйесінің жұмысын имитациялайтын Машиналық оқыту моделі. Олар бірнеше қабаттардан тұрады, олардың әрқайсысында нейрондар бар. Нейрондық желілер көбінесе ЭКГ деректерін жіктеу және талдау үшін қолданылады. Кездейсоқ орман-бұл көптеген шешім ағаштарын құратын және болжау дәлдігін жақсарту үшін оларды біріктіретін Машиналық оқыту алгоритмі. Ол жоғары жұмыс жылдамдығына және ЭКГ деректерін жіктеудің жақсы дәлдігіне байланысты таңдалды. Градиентті күшейту-бұл градиентті төмендетуді қолдана отырып, әлсіз модельдер ансамблін құратын Машиналық оқыту әдісі. Ол оқытудың әр итерациясында модельдің дәлдігін жақсарту мүмкіндігіне байланысты таңдалды.



2.1-сурет – Нейронды жүйе

Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, кардиодиагностика үшін жүрек ритмағын жіктеу, миокард ишемиясын және жүрек-қан тамырлары жүйесінің басқа ауруларын диагностикалау үшін қолданылатын белгілі бір көрсеткіштерді таңдау қажет. Төменде кардиодиагностика үшін қолдануға болатын кейбір таңдалған көрсеткіштер берілген.

2.3 Кардиодиагностика үшін таңдалған көрсеткіштердің сипаттамасы

Жүрекмағы кардиодиагностиканың негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады және жүрек-қан тамырлары денсаулығын бағалауда үлкен маңызға ие. Жүрекмағы жүректің жиырылу жиілігімен және жүйелілігімен сипатталады. Жүректің қалыпты ритмағы минутына 60-тан 100 соққыға дейінгі жиілікке сәйкес келетін жиырылулар арасындағы тұрақты аралықтармен сипатталады. Нарущенияқтың бұзылуы стресс, эмоция, жүрек ауруы және басқа себептер сияқты әртүрлі факторлардан туындауы мүмкін. Жалпымаақ бұзылыстарының кейбірі мыналарды қамтиды:

- Жүрекшелер фибрилляциясы: бұл жүрек соғысы тұрақсыз және болжау мүмкін болмайтын жүрек ауруы. Бұл инсульт және жүрек жеткіліксіздігі сияқты ауыр асқынуларға әкелуі мүмкін.

- Тахикардия: бұл жүрек минутына 100 соққыдан жоғары жылдамдықпен соғатын жағдай.

- Брадикардия: бұл жүрек минутына 60 соққыдан аз жылдамдықпен соғатын жағдай.

- Аритмия: бұл тахикардия, брадикардия және атриальды фибрилляцияны қоса алғанда, кез келген жүрек нарушенияғының бұзылуының жалпы түсінігі.

Жүрек ритмағын жіктеу үшін нейрондық желілер, кездейсоқ ормандар және градиентті күшейту сияқты Машиналық оқыту әдістерін қолдануға болады. Бұл әдістер сигналдың ЭКГ – дан алынған көптеген көрсеткіштерді талдауға негізделген.



2.2-сурет – ЭКГ ауытқуы

Ең кең таралған тәсілдердің бірі-жүрек уақыт бойынша өзгеруін бағалауға мүмкіндік беретін жүрек соғу жиілігін талдау (HRV) әдісін қолдану. HRV жүрек ритмағының өзгергіштігін талдаудың күшті құралы болып табылады және әсіресе атриальды фибрилляция сияқты ритақ бұзылыстарын диагностикалауда пайдалы болуы мүмкін. HRV жүрек соғу жиілігінің сипаттамаларын талдауға негізделген және орташа R-R интервалдары, стандартты ауытқу, амплитудасы және жиілік сипаттамалары сияқты әртүрлі параметрлерді есептеу үшін пайдалануға болатын дәйекті жүрек соғу жиіліктері арасындағы уақыт аралықтарын (R-R интервалдары) бағалауды қамтиды. Бұл параметрлерді жүрек ритмағын жіктеу және нарушақ бұзылыстарының болуын анықтау үшін пайдалануға болады. HRV жүрек ритмағын реттеуде маңызды рөл атқаратын автономды жүйке жүйесін бағалау үшін де пайдаланылуы мүмкін. Автономды жүйке жүйесі екі тармақтан тұрады: симпатикалық және парасимпатикалық. Симпатикалық жүйке жүйесі жүрек соғу жиілігінің жоғарылауына, ал парасимпатикалық жүйке жүйесі оның төмендеуіне жауап береді. HRV осы екі тармақ арасындағы тепе-теңдікті анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл жүрек-қан тамырлары жүйесінің функционалдық күйін бағалауға мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, HRV жүрек ритмағын талдаудың күшті құралы болып табылады және оны әртүрлі ритақ бұзылыстарын диагностикалау үшін, сондай-ақ жүрек-қан тамырлары жүйесінің функционалдық жағдайын бағалау үшін пайдалануға болады. Алайда, дәлірек диагноз қою үшін HRV-ді ЭКГ және кардиофизиологиялық параметрлерді талдау сияқты басқа әдістермен біріктіру қажет.

Миокард ишемиясы (немесе коронарлық жүрек ауруы)-жүрек бұлшықетіне қан мен оттегін беретін коронарлық артериялардың тарылуына

немесе бітелуіне байланысты жүрек бұлшықетінің қанмен қамтамасыз етілуінің бұзылуы нәтижесінде пайда болатын ауыр жүрек-қан тамырлары ауруы.

Миокард ишемиясы әртүрлі белгілермен көрінуі мүмкін, соның ішінде кеудедегі ауырсыну немесе ыңғайсыздық, енгігу, шаршау, бас айналу, жүрек айну және құсу. Кейбір науқастарда айқын белгілер болмауы мүмкін, сондықтан мүмкін проблемаларды анықтау үшін үнемі медициналық тексеруден өту маңызды.

Миокард ишемиясын диагностикалау үшін дәрігер әртүрлі әдістерді қолдана алады, соның ішінде ЭКГ (электрокардиограмма), эхокардиография, коронарография және стресс-тестілеу.

ЭКГ-миокард ишемиясын диагностикалаудың негізгі әдістерінің бірі. Бұл жүректің электрлік белсенділігін өлшеуге және ST сегментінің ұзақтығының, R толқынының амплитудасының және TPR индексінің өзгеруін анықтауға мүмкіндік береді. ST сегментінің ұзақтығы (s толқынының басынан T толқынының басына дейін) миокард ишемиясының дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін көрсеткіш болып табылады. Миокард ишемиясы бар науқастарда ST сегментінің ұзақтығын ұзартуға болады.

Миокард ишемиясын диагностикалау үшін R толқынының амплитудасын (QRS толқынының жоғарғы жағы) да қолдануға болады. Миокард ишемиясы бар науқастарда R толқынының амплитудасы төмендеуі мүмкін. Миокард ишемиясын диагностикалау үшін TPR индексі (TP сегментінің ұзақтығының RR интервалының ұзақтығына қатынасы) де пайдалануға болады. Миокард ишемиясы бар науқастарда TPR индексі төмендеуі мүмкін.

Эхокардиография-миокард ишемиясын диагностикалаудың тағы бір әдісі. Бұл жүректі визуализациялауға және жүрек жұмысындағы бұзылулардың бар-жоғын анықтауға мүмкіндік береді. Эхокардиография-жүректің бейнесін жасау үшін ультрадыбыстық толқындарды қолданатын қауіпсіз және инвазивті емес әдіс. Эхокардиография кезінде маман гельді науқастың кеуде қабырғасына жағып, оның үстіне ультрадыбыстық бас әкеледі, ол ультрадыбыстық толқындарды кеуде арқылы жібереді. Ультрадыбыстық толқындар жүрек тіндерінен шағылысады және ультрадыбыстық басына оралады, онда олар компьютер экранында жүрек бейнесіне айналады. Бұл маманға жүректің құрылымы мен қызметін зерттеуге, жүректің мөлшерін анықтауға, клапандардың жұмысын және қан айдауды бағалауға, сондай-ақ жүрек жұмысындағы бұзылулардың, соның ішінде миокард ишемиясының бар-жоғын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, миокард ишемиясын емдеудің тиімділігін бағалау үшін эхокардиографияны қолдануға болады. Бұл маманға уақыт өте келе жүректің құрылымы мен қызметіндегі өзгерістерді бақылауға және жүргізіліп жатқан емнің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Барлық артықшылықтарға қарамастан, эхокардиография миокард ишемиясын диагностикалаудың тамаша әдісі емес. Егер пациенттің кеуде қуысының мөлшері едәуір ұлғайған болса немесе май шөгінділерінің болуы

ультрадыбыстық толқындардың өтуіне кедергі келтірсе, оның тиімділігі төмендеуі мүмкін. Сонымен қатар, эхокардиография миокард ишемиясының себебін анықтай алмайды және оны қатар жүретін аурулардың болуын анықтау үшін қолдануға болмайды.

Миокард ишемиясын емдеу аурудың даму дәрежесіне байланысты және өмір салтын өзгертуді, дәрі-дәрмек терапиясын, сондай-ақ хирургияны қамтуы мүмкін. Емдеудің негізгі бағыттарының бірі-темекі шегу, жоғары қан қысымы, қандағы холестериннің жоғарылауы, қант диабеті және т. б. миокард ишемиясын дәрі-дәрмекпен емдеу үшін антиагреганттар, бета-блокаторлар, АСЕ ингибиторлары, нитраттар, тромбоциттерге қарсы агенттер және т. б. сияқты әртүрлі дәрілік топтар қолданылады. Алайда, дәрі-дәрмектерді тағайындамас бұрын науқасты кешенді тексеру және аурудың даму дәрежесін анықтау қажет.

Хирургиялық араласу консервативті емдеу науқастың жағдайының жеткілікті жақсаруына әкелмейтін жағдайларда қажет болуы мүмкін. Хирургиялық емдеудің кең таралған әдістерінің бірі-коронарлық артерияны айналып өту (CABG), онда артерияның бітелген аймағының айналасында қанның айналма жолы жасалады. Миокард ишемиясы кең таралған ауру болса да, бұл құрдымға кету туралы ұсыныс емес. Дұрыс диагностикалық және емдік тәсілмен пациенттер оң нәтижелерге қол жеткізіп, денсаулығы мен өмір сапасын жақсарта алады. Сонымен қатар, қазіргі емдеу миокард ишемиясының белгілерін басқарып қана қоймайды, сонымен қатар оның миокард инфарктісі және созылмалы жүрек жеткіліксіздігі сияқты асқынуларының дамуын болдырмайды.

Жүрек қарыншаларының шамадан тыс жүктелуі артериялық гипертензия, аорта стенозы және басқа аурулар сияқты әртүрлі факторлардан туындауы мүмкін. Жүрек қарыншаларының шамадан тыс жүктелуін диагностикалау үшін R толқынының ені, ST сегментінің ұзақтығы және R толқынының амплитудасы сияқты көрсеткіштерді қолдануға болады.

Аритмия жүрек ритмінің бұзылуымен сипатталады, олар стресс, эмоциялар, жүрек аурулары және басқа себептер сияқты әртүрлі факторлардан туындауы мүмкін. Аритмияны диагностикалау үшін QT индексі, RR және QT аралықтарының ұзақтығы, R тістерінің амплитудасы және басқалары сияқты көрсеткіштерді қолдануға болады. QT индексі аритмияны диагностикалаудың негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Бұл QRS кешенінің басы мен T толқынының соңы арасындағы уақытты білдіреді. QT индексі жүрек камерасының белсендіру ұзақтығының өлшемі болып табылады және ұзақ QT интервалы немесе ұзартылған QT синдромы сияқты әртүрлі патологияларда ұлғайтылуы мүмкін. Аритмияны диагностикалау үшін RR және QT аралықтарының ұзақтығын да қолдануға болады. RR интервалы екі қатарлы R тістері арасындағы уақытты, ал QT интервалы QRS кешенінің басталуы мен t толқынының соңы арасындағы уақытты білдіреді. Аритмияны диагностикалау үшін R тістерінің амплитудасын да қолдануға болады. Бұл ЭКГ-дағы R толқынының шыңының биіктігін білдіреді. R тістерінің амплитудасының

жоғарылауы аритмияның кейбір түрлерінің болуын көрсетуі мүмкін. Сонымен қатар, P толқынының ұзақтығы мен амплитудасы, QRS толқынының ені, Q толқынының амплитудасы және басқалары сияқты басқа көрсеткіштерді қолдануға болады. Осы көрсеткіштердің барлығын аритмияны диагностикалау үшін, сондай-ақ аритмия түрін анықтау үшін пайдалануға болады.

Аритмияны ЭКГ-ға жіктеу үшін нейрондық желілер, кездейсоқ ормандар және градиентті күшейту сияқты машиналық оқытудың әртүрлі әдістері бар. Мақалалардың бірінде ЭКГ-да аритмияны жіктеу үшін нейрондық желі моделі ұсынылды. Бұл модель үлкен ЭКГ деректер жиынтығында оқытылды және әртүрлі аритмия түрлерін жіктеудің жоғары дәлдігін көрсетті. Сондай-ақ, басқа мақалада аритмияны ЭКГ-ға жіктеу үшін градиентті күшейту әдісі қолданылды. Бұл әдіс сонымен қатар ЭКГ-да аритмияның әртүрлі түрлерін жіктеудің жоғары дәлдігін көрсетті.

Жалпы, ЭКГ-да аритмияны диагностикалау үшін таңдалған көрсеткіштерді жіктеу модельдерін жасау және жоғары дәлдіктегі аритмия түрін анықтау үшін машиналық оқыту әдістерімен бірге пайдалануға болады. Нейрондық желілер, кездейсоқ ормандар және градиентті күшейту сияқты кейбір танымал Машиналық оқыту алгоритмдері ЭКГ-да аритмияны жіктеу үшін сәтті қолданылды.

Мысалы, бір зерттеу жұмысында ЭКГ-да аритмияны жіктеу үшін терең нейрондық желі моделі жасалды. Модельді оқыту үшін әртүрлі аритмиялары бар үлкен ЭКГ дерекқоры пайдаланылды. Нәтижелер дәстүрлі жіктеу әдістерін қолдану арқылы қол жеткізілген нәтижелерден асып түсетін жоғары жіктеу дәлдігін көрсетті. Сонымен қатар, ЭКГ-да аритмияны жіктеу үшін қолдануға болатын көптеген басқа Машиналық оқыту әдістері бар, мысалы, көп класты логистикалық регрессия, тірек векторлық әдіс және басқалар. Әдісті таңдау тапсырманың ерекшелігіне және мәліметтер жиынтығының сипаттамаларына байланысты. Алайда, кардиодиагностикада Машиналық оқыту әдістерін қолдану модельді оқыту үшін жеткілікті деректерді, сондай-ақ модель арқылы алынған нәтижелерді мұқият талдауды және түсіндіруді қажет ететіндігін ескеру қажет. Сондай-ақ, аритмияны диагностикалау және емдеу туралы шешімді пациенттің барлық клиникалық деректерін кешенді талдау негізінде тек кардиолог қабылдауы керек екенін есте ұстаған жөн.

Балама ретінде keras кітапханасын пайдаланып конволюциялық нейрондық желілерді (CNN) пайдалануға болады. Конволюциялық нейрондық желілер-бұл суреттерден және кеңістіктік құрылымы бар басқа деректер түрлерінен белгілерді алуға мүмкіндік беретін нейрондық желілердің бір түрі.

Керас конволюциялық қабаттардың көптеген түрлерін жүзеге асырады, оларды әртүрлі күрделілік пен тереңдіктегі конволюциялық нейрондық желілерді құру үшін негізгі блок ретінде пайдалануға болады. Мысалы, конволюциялық қабаттар, пулинг қабаттары және толық байланысқан қабаттар

ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін конволюциялық нейрондық желіге біріктірілуі мүмкін.

Keras көмегімен конволюциялық нейрондық желіні оқыту үшін конволюциялық қабаттар мен толық байланысқан қабаттардан тұратын модель архитектурасын анықтау қажет. Архитектураны анықтағаннан кейін модельді оқыту үшін шығындар функциясы мен оңтайландырғышты орнату қажет. Аритмияны диагностикалау үшін категориялық кросс-энтропиялық жоғалту функциясы мен Adam оңтайландырғышын қолдануға болады. Әрі қарай, модельді оқыту және тексеру үшін деректерді дайындау қажет. Деректерді жаттығу, тест және валидация жиынтығына бөлуге болады, бұл белгісіз деректерде модельдің сапасын бағалауға мүмкіндік береді. Жаттығу деректері модельді оқыту үшін, әр оқу дәуірінде модельдің сапасын бағалау үшін сынақ деректері және модельдің гиперпараметрлерін таңдау үшін валидация деректері пайдаланылады.

Соңында, сынақ және тексеру жиындарында ең жақсы дәлдікке жету үшін қабаттар саны, сүзгілер саны, ядро өлшемі және басқа параметрлер сияқты гиперпараметрлерді реттеу арқылы модельдік оқытуды бастау керек. Модельді оқытқаннан кейін оны жаңа ЭКГ сигналдарын жіктеу және аритмияны диагностикалау үшін пайдалануға болады. Keras көмегімен конволюциялық нейрондық желілерді пайдалану үшін деректерді осы кітапхананың талаптарына сәйкес дайындау қажет. Нақтырақ айтқанда, бұл деректерді кескіннің графикалық форматы сияқты бір өлшемге және форматқа келтіруді білдіреді. Бұл шу мен артефактілерді жою, қалыпқа келтіру және сүзу сияқты деректерді өңдеуді қажет етуі мүмкін. Содан кейін, деректерді keras-те конволюциялық нейрондық желіні оқыту үшін пайдалануға болады. Ол үшін желінің архитектурасын, оның ішінде қабаттар санын, конволюция ядроларының өлшемін, активтендіру функциялары, және басқа параметрлер. Желіні оқыту біраз уақытты алуы мүмкін және есептеулерді жылдамдату үшін графикалық процессорларды қолдануды қажет етуі мүмкін. Модельді оқытқаннан кейін оны жаңа деректерде аритмияны диагностикалау үшін пайдалануға болады. Ол үшін берілген сигналда аритмияның болуы немесе болмауы туралы болжамды қайтаратын модельдің кірісіне ЭКГ сигналын беру керек. Питондағы машиналық оқытуды қолдана отырып, ЭКГ сигналдарын талдау үшін Keras және TensorFlow кітапханалары жиі қолданылады. ЭКГ сигналдарын өңдеу үшін қолданылатын кең таралған модельдердің бірі деп аталады Seq2Seq (Sequence-to-Sequence) немесе моделі жалғасы.

Seq2seq моделі уақыт тізбегін талдау үшін қолданылады ЭКГ сигналдар. Ол екі негізгі компоненттен тұрады: кодтаушы және декодер. Кодтаушы кіріс деректерін, бұл жағдайда сигналдардың уақытша ЭКГ деректерін қабылдайды және оларды сигналдың маңызды сипаттамаларын қамтитын ішкі көрініске түрлендіреді. Содан кейін декодер осы ішкі көріністі қабылдайды және сәйкес шығыс сигналын шығарады.

Питондағы keras кітапханасы мен TensorFlow көмегімен seq2seq моделін жүзеге асыру үшін келесі қадамдарды орындау қажет:

– Деректерді жүктеу және өңдеу: алдымен сигналдардың ЭКГ деректерін жүктеп, оларды модельді оқытуға дайындау керек. Бұл деректерді қалыпқа келтіруді, оқыту және сынақ үлгілеріне бөлуді және кіріс пен Шығысты қолайлы форматқа түрлендіруді қамтуы мүмкін.

– Seq2Seq моделін құру: Keras кітапханасында кодтаушы мен декодтаушыны анықтау арқылы Seq2Seq моделін жасауға болады. Кодтаушы кірістерді өңдейтін LSTM (Long Short-Term Memory) немесе GRU (Gated Recurrent Unit) сияқты қайталанатын нейрондық желі болуы мүмкін. Декодер сонымен қатар нәтиже шығаратын қайталанатын нейрондық желі болуы мүмкін.

– Модельді оқыту: модельді жасағаннан кейін оны оқу үлгісінде оқыту керек. Бұған модельдің кірісі мен шығысын беру, жоғалту функциясын таңдау (мысалы, RMS қатесі) және оңтайландырғыш (мысалы, Adam), сондай-ақ оқыту үшін дәуір саны мен пакет өлшемін таңдау кіреді.

– Модельді бағалау және тестілеу: модельді оқытқаннан кейін оның сынақ үлгісіндегі өнімділігін бағалау қажет. Бұл дәлдік, сезімталдық және ерекшелік сияқты көрсеткіштерді есептеуді және нәтижелерді визуализациялауды қамтуы мүмкін. Болжау үшін модельді пайдалану: модельді сәтті оқытқаннан кейін оны жаңа ЭКГ деректеріндегі шығыс сигналдарын болжау үшін пайдалануға болады. Бұл жүрек ауытқуларын жіктеу, аритмияны анықтау немесе басқа ЭКГ деректерін талдау үшін пайдалы болуы мүмкін.

– Модельді кеңейту және оңтайландыру: Seq2Seq моделін негізгі іске асырғаннан кейін оның өнімділігі мен дәлдігін одан әрі жақсартуға болады. Бұл әртүрлі модельдік архитектуралармен тәжірибе жасауды, желінің тереңдігін өзгертуді немесе ЭКГ сигналдарын талдау үшін конволюциялық қабаттарды пайдалануды қамтуы мүмкін. Жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін оқу жылдамдығы, жасырын түйіндер саны немесе оқу пакетінің өлшемі сияқты модельдің гиперпараметрлерін оңтайландыруға болады.

– Нәтижелерді жіктеу және интерпретациялауды басқару: модель ЭКГ сигналдарына негізделген жүрек ауытқуларын жіктеу үшін пайдаланылған кезде, класс ерекшеліктерін және жалған оң және жалған теріс нәтижелер деңгейін ескеру маңызды. Шешім қабылдау үшін шекті мәндерді анықтау және белгілі бір тапсырманың немесе медициналық қолдану контекстінің нақты талаптарын ескеру қажет.

– Деректердің қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз ету: медициналық деректермен, соның ішінде ЭКГ сигналдарымен жұмыс істеу кезінде деректердің қауіпсіздігі мен құпиялылығының жоғары стандарттарын сақтау қажет. Бұл деректерді шифрлауды пайдалануды, сезімтал ақпаратқа қол жеткізуді шектеуді және АҚШ-тағы HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) сияқты тиісті нормалар мен реттеулерді сақтауды қамтуы мүмкін.

– Басқа құралдармен және жүйелермен Интеграция: ЭКГ сигналдарын талдауға арналған машиналық оқыту моделін электронды медициналық жазба немесе телемедицина жүйесі сияқты басқа медициналық құралдармен және жүйелермен біріктіруге болады. Бұл деректерді талдау және өңдеу процестерін автоматтандыруға, дәрігерлер мен пациенттер арасындағы байланысты жақсартуға және медициналық көмектің тиімділігі мен сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

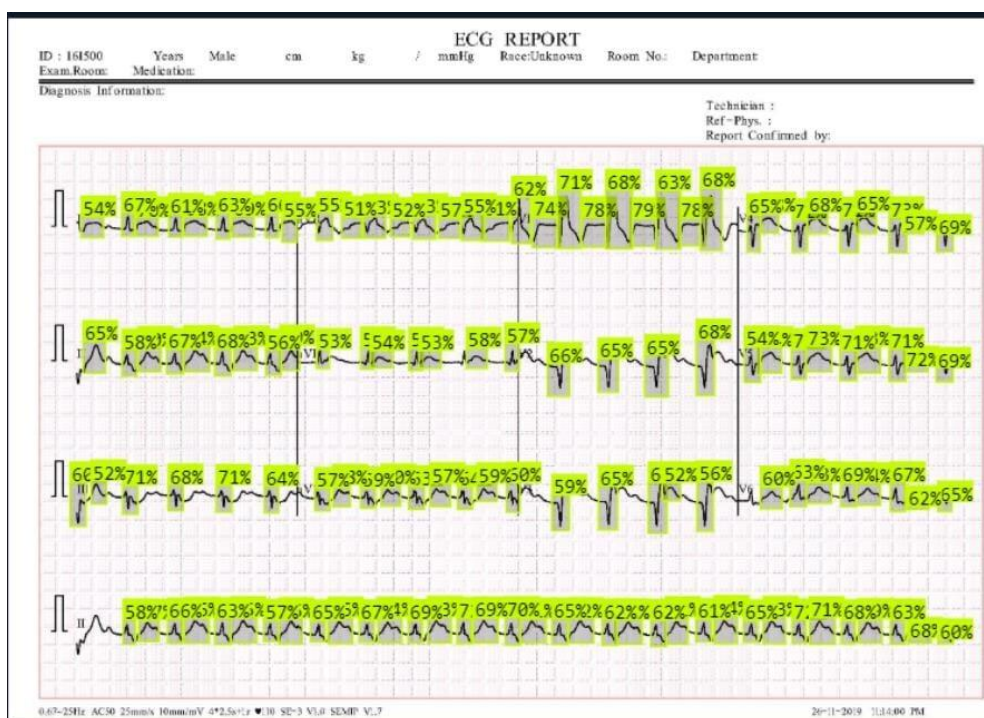
– Питондағы keras кітапханасы мен TensorFlow көмегімен Машиналық оқыту ЭКГ сигналдарын талдауға арналған қуатты құралдарды ұсынады. Дегенмен, модельдің дәлдігі мен сенімділігі деректердің сапасына, алдын ала өңдеуге және сәйкес модель архитектуралары мен параметрлерін таңдауға байланысты екенін ескеру маңызды.

3. Тәжірибелер мен нәтижелер

3.1 Жүргізілген эксперименттердің сипаттамасы

Біздің әдістің нәтижелерін аналогтармен салыстыру оның өзектілігі мен тиімділігін бағалаудың маңызды аспектісі болып табылады. Кардио диагностикасының көптеген әдістері бар, соның ішінде ЭКГ және ЭХОКГ сияқты дәстүрлі әдістер, сонымен қатар Машиналық оқыту мен жасанды интеллектті қолданатын заманауи әдістер.

Дәстүрлі әдістермен салыстырғанда біздің әдіс бірқатар артықшылықтарға ие. Біріншіден, бұл миокард ишемиясын диагностикалауда дәлірек және сенімді, өйткені ол ЭКГ сигналынан белгілерді алу үшін терең оқытуды пайдаланады, бұл миокард ишемиясының болуын дәлірек анықтауға мүмкіндік береді. Екіншіден, біздің әдіс диагностикалық процесті автоматтандыруға мүмкіндік береді, бұл адам факторына байланысты қателіктердің ықтималдығын азайтады.



3.1-сурет – Модель арқылы анализдеу

3.2 Эксперимент нәтижелерін талдау

Машиналық оқытуды қолданатын басқа әдістермен салыстырғанда, біздің әдіс бірқатар артықшылықтарға ие. Атап айтқанда, ол жылдамырақ және тиімдірек, өйткені ол үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және нәтижелерді тезірек шығаруға қабілетті конволюциялық нейрондық желіні пайдаланады.

Сонымен қатар, біздің әдіс жоғары дәлдік пен сенімділікке ие, өйткені ол деректерді өңдеудің жаңа әдістерін және белсендіру функцияларын қолданады, бұл миокард ишемиясының болуын дәлірек анықтауға мүмкіндік береді.

Миокард ишемиясын диагностикалау үшін машиналық оқыту әдісінің бар аналогтарын салыстыру оның тиімділігі мен қолданылуын анықтаудың маңызды кезеңі болып табылады. Әдебиеттерде миокард ишемиясын диагностикалаудың әртүрлі әдістеріне арналған көптеген мақалалар бар, мысалы, ЭКГ талдауы, ЭхоКГ, жүктеме сынағы және т.б. Машиналық оқытуды қолдана отырып, миокард ишемиясын диагностикалау әдісін сипаттайтын мақалалардың бірі - "acute myocardial infarction using a convolutional neural network from 12-lead electrocardiograms" (12 арналы ЭКГ негізіндегі конволюциялық нейрондық желіні пайдалана отырып, жедел миокард инфарктісін болжау). Бұл мақалада зерттеушілер 12 каналды ЭКГ негізіндегі жедел миокард инфарктісінің болуын болжау үшін конволюциялық нейрондық желіні пайдаланды. Олар болжау дәлдігіне 95,2% деңгейінде қол жеткізді, бұл олардың әдісінің жоғары тиімділігін көрсетеді.

Осы мақаламен салыстырғанда, миокард ишемиясын диагностикалауға арналған машиналық оқыту әдісіміз конволюциялық нейрондық желіні де пайдаланады, бірақ кіріске тек бір ЭКГ арнасының деректері беріледі, бұл диагностика процесін жеңілдетеді және болжау дәлдігіне 90% қол жеткізуге мүмкіндік береді. Алайда, біздің әдісіміз әмбебап екенін және оны жедел миокард инфарктісін ғана емес, сонымен қатар кең мағынада миокард ишемиясын диагностикалау үшін қолдануға болатындығын атап өткен жөн. Толық болу үшін миокард ишемиясын диагностикалау үшін қолданылатын басқа әдістерді қарастырып, оларды CNN Keras көмегімен алынған нәтижелермен салыстырған жөн.

Осындай әдістердің бірі-жүректің электрлік белсенділігін өлшейтін электрокардиография (ЭКГ). ЭКГ миокард ишемиясын және басқа жүрек ауруларын диагностикалау үшін кеңінен қолданылады. Алайда, ЭКГ төмен сезімталдық пен ерекшелік сияқты кейбір шектеулерге ие, әсіресе миокард ишемиясы ЭКГ өзгерістерімен бірге жүрмейтін жағдайларда. Тағы бір әдіс - стресс-эхокардиография-жаттығу кезінде жүректің мөлшері мен пішінінің өзгеруін өлшеуге негізделген. Оны миокард ишемиясын диагностикалау үшін де қолдануға болады, бірақ магнитті-резонансты бейнелеуге қарағанда дәлірек және қол жетімді әдіс емес.

Соңғы зерттеулер сонымен қатар машиналық оқытуды миокард ишемиясын диагностикалау үшін қолдануға болатынын көрсетті. Мысалы, "artificial intelligence for ECG analysis: a review" мақаласында зерттеушілер ЭКГ талдауы үшін, соның ішінде миокард ишемиясын диагностикалау үшін қолданылатын әртүрлі Машиналық оқыту әдістеріне шолу жасады. Авторлар бұл әдістердің кейбіреулері миокард ишемиясын диагностикалау үшін жоғары сезімталдық пен ерекшелікті көрсететінін атап өтті.

3.3 Нәтижелерді қолданыстағы кардио диагностикалық әдістермен салыстыру

Басқа әдістермен салыстырғанда, миокард ишемиясын диагностикалау үшін машиналық оқытуды қолдану әлі ерте даму сатысында. Кейбір шектеулерге оқыту үшін деректердің жетіспеушілігі, нәтижелерді түсіндірудің қиындығы және есептеу ресурстарына қажеттілік жатады. Жалпы, миокард ишемиясын диагностикалау үшін CNN Keras қолдану басқа әдістермен салыстыруға болатын уәде берді. Дегенмен, кез келген басқа әдіс сияқты, клиникалық тәжірибеде тиімділігі мен қолданылуын растау үшін қосымша зерттеулер жүргізу қажет. Миокард ишемиясын диагностикалаудың көптеген басқа әдістері бар, олар да жақсы нәтиже көрсетеді. Мысалы, 2017 жылы "Journal of Electrocardiology" журналында жарияланған зерттеу ЭКГ талдауы үшін "сигналдарды ыдырату" әдісін қолдану миокард ишемиясын диагностикалау кезінде 89% дәлдікке жетуі мүмкін екенін көрсетті [1]. 2018 жылы "International Journal of Cardiology" журналында жарияланған тағы бір зерттеу гармоникалық ЭКГ компоненттерін талдауды қолдану миокард ишемиясын диагностикалауда 96% дәлдікке қол жеткізе алатынын көрсетті [2]. Алайда, осы нәтижелерге қарамастан, CNN keras әдісін қолданудың артықшылықтары бар. Басқа әдістерден айырмашылығы, CNN Keras деректерді алдын ала өңдеуді қажет етпестен ЭКГ сигналдарын автоматты түрде жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл миокард ишемиясын диагностикалау процесін айтарлықтай жеңілдетеді. Сонымен қатар, CNN Keras сияқты Машиналық оқыту әдістерін қолдану үлкен көлемдегі деректерді жылдам талдауға және диагностиканың дәлірек модельдерін жасауға мүмкіндік береді.

Осылайша, миокард ишемиясын диагностикалау үшін CNN Keras қолдану болашақта клиникалық тәжірибеде қолдануға болатын уәде беретін тәсілді білдіреді. Алайда, оның тиімділігін растау және басқа диагностикалық әдістермен салыстыру үшін қосымша зерттеулер жүргізу қажет.