

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Мырзабай Аруна Қайратқызы

«Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны
әзірлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай

« 29 » 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған
құрылғыны әзірлеу»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:

М. А. Қайратқызы

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы АЛТ
университеті, PhD, Ақпараттық және
коммуникациялық технологиялар
кафедрасының меңгерушісі

Қасымова Д.Т.

« 29 » 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, т.ғ.м, Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
аға оқытушысы

Марксұлы С.

« 28 » 05 2024 ж.

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Е. Таптай

« 9 » 12 2023 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Мырзабай Аруна Қайратқызы*

Тақырыбы *«Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірлеу»*

Университет ректорының « 4 » 12 2023 ж. № 548 бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Қол жеткізу желілерін дамытудың тұжырымдамасы; 2) Сандық алгоритмдер индексі; 3) Сенсорлы датчиктердің сипаттамасы; 4) Беттің мимикасын тану қосымшаларының сипаттамасы. 5) Raspberry Pi қосымшасы негізінде машина оқыту саласындағы қызметтерді талдау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Соңғы қолданыстағы сенсорлы датчиктерге әдебиеттік шолу жасау; б) Raspberry Pi-де OpenCV кітапханаларымен жұмыс жасау; в) Raspberry Pi 3,4 модельдердін талдау және артықшылықтарын қарастыру; г) Ұсынылған бөлшектерді біріктіріп, тұтастай құрылғы құрастыру д) Ұсынылған құрылғының практикалық бөлігін құрау үшін Python бағдарламалау тілін қолдану арқылы кодтау.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1) Саймон Монк: *Raspberry Pi. Сборник рецептов. Решение программных и аппаратных задач.*

2) Бейдер Д.: *Чистый Python. Тонкости программирования для профи.*

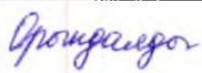
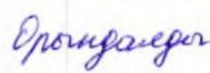

3) Бэрри П.: *Изучаем программирование на Python.*

4) Виктор Петин *"Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. 2-е изд."*

5) Мэтт Тиммонс-Браун "Робототехника на Raspberry Pi для юных конструкторов и программистов".




дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2024 - 01.02.2024	
Теориялық ақпарат	01.02.2024 - 01.03.2024	
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2024 - 30.05.2024	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	1.03.2024	
Теориялық ақпарат	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	30.04.2024	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	27.05.2024	

Ғылыми жетекшісі

Марксұлы С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Мырзабай А. Қ.

Күні «01» желтоқсан 2023 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс сенсорлық сенсорлар арқылы көңіл-күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірлеуге арналған. Зерттеудің мақсаты – адамның физиологиялық параметрлерін талдауға және оларды эмоционалды жағдайды анықтау үшін түсіндіруге қабілетті прототип құру. Осы мақсатқа жету үшін жүрек соғу жиілігі, тері-гальваникалық реакция және тері температурасы датчиктері, сондай-ақ деректерді өңдеу үшін машиналық оқыту әдістері қолданылды.

Жұмыс барысында қолданыстағы шешімдерге талдау жасалды, құрылғының архитектурасы жасалды, прототип жасалды және сыналды. Еріктілер тобындағы тестілеу нәтижелері эмоционалды жағдайларды анықтауда құрылғының жоғары дәлдігін көрсетті, бұл ұсынылған тәсілдің тиімділігін растайды.

Әзірленген құрылғының медициналық диагностикада, психологиялық кеңес беруде және денсаулықты жеке Басқару жүйелерінде қолдану мүмкіндігі бар. Жобаны одан әрі дамыту ыңғайлылық пен функционалдылықты арттыру үшін мобильді қосымшалармен және бұлттық қызметтермен интеграцияны қамтуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена разработке устройства для определения настроения с помощью сенсорных датчиков. Цель исследования - создание прототипа, способного анализировать физиологические параметры человека и интерпретировать их для определения эмоционального состояния. Для достижения этой цели использовались датчики сердечного ритма, кожно-гальванической реакции и температуры кожи, а также методы машинного обучения для обработки данных.

В процессе работы проведен анализ существующих решений, разработана архитектура устройства, создан и протестирован прототип. Результаты тестирования на группе добровольцев продемонстрировали высокую точность устройства в определении эмоциональных состояний, что подтверждает эффективность предложенного подхода.

Разработанное устройство имеет потенциал для применения в медицинской диагностике, психологическом консультировании и системах персонализированного управления здоровьем. Дальнейшее развитие проекта может включать интеграцию с мобильными приложениями и облачными сервисами для повышения удобства и функциональности использования.

ANNOTATION

The thesis is devoted to the development of a device for detecting mood using touch sensors. The purpose of the study is to create a prototype capable of analyzing

human physiological parameters and interpreting them to determine the emotional state. To achieve this goal, sensors for heart rate, galvanic skin reaction and skin temperature were used, as well as machine learning methods for data processing.

In the process, an analysis of existing solutions was carried out, the device architecture was developed, and a prototype was created and tested. The results of testing on a group of volunteers demonstrated the high accuracy of the device in determining emotional states, which confirms the effectiveness of the proposed approach.

The developed device has the potential for use in medical diagnostics, psychological counseling and personalized health management systems. Further development of the project may include integration with mobile applications and cloud services to improve usability and functionality.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Қазіргі таңдағы бетті тану жүйесі	10
1.1 Эмоциялардың негізгі теориялары	10
1.2 Сенсорлы датчиктер	10
1.3 Бетті анықтау жүйесімен танысу	13
1.4 Бетті автоматты түрде тану	19
1.5 Нәтижелерді тестілеу	22
1.6 Цифрлық құрылғылар және IoT технологиясы	23
2 Қолданыстағы көңіл күйді анықтайтын CAER-Net алгоритмі	26
2.1 FaceReader Noldus Information Technology (Нидерланды)	27
2.2 EmoDetect (Россия, Нейроботикс)	29
2.3 Face Security (Германия, Cognitec)	30
3 Құрылғыны жобалау	31
3.1 Жобаға қолданылған құрылғылар	31
3.2 Жобаны бағдарламалау	36
3.3 Жобаның нәтижесі мен функционалдық қызметі	39
Қорытынды	41
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42
Қосымша А	44

КІРІСПЕ

Өздеріңіз білетіндей 21 ғасыр технологиялық жаңалықтарға арналған жабдықтары адамдарға ыңғайлы болу үшін жасалады. Ақылды үй, ақылды желілер және заттар интернеті терминдері жиі кездесіп қана қоймай, сонымен қатар қазіргі таңда бұл жабдықтар қарапайым өмірде орнын тапты. Сенсорларды қолданудың ең танымал бағыттарының бірі-мобильді технология. Смартфонда берілген бағдарламаларда идентификация кезінде тек қана адамның қимыл-қозғалыс арқылы анықтайды. Бірақ бұл әдістің кемшілігі нысан тез бұрылған жағдайда жүйеде қателік көрсетіледі, есептеулер бойынша 10 адамның 4 адамы жүйеге осы қателікке бола бағдарламаға кіре алмайды. Бұл ақаулықты мен жасаған құрылғының логикасын бағдарламаға енгізу арқылы шешуге болады. Яғни, нысан қозғалмай-ақ қарапайым эмоция көрсету кезінде нысанның негізгі бет-әлбеті жүйе дерекқорында сақталып қалады және жүйе қателігі 2 есе азырақ болады.

Сенсорлы датчиктер тағы бір салада маңызды рөл атқарады бұл сала денсаулық сақтау. Қазіргі уақытта алекситимия ауруына шалдыққан адамдар басқа нысандардың эмоциясын ажырата алмайды. Бұл ауру мидың гипоталамусом аймағының ақпаратты толықтай өңдемеуіне байланысты болып келеді. Берілген тапсырманың шешімі ретінде жасалған құрылғыны ұсынуға болады. Толықтай тоқталып өтсек құрылғы нысанның езулерінің көтеріліп түсуіне және адамның көз, қас-қабақтарының қимылдарына қарай эмоцияны экран бетіне белгілеп береді.

Тұтынушылардың белгілі бір жарнамаға реакцияларын осы жобаның технологиясын қолданып, анализдеу арқылы таргет саласындаға керекті дүкендердің пайдалы коэффициентін арттыруға болады.

Камера арқылы бет эмоциясын тану не үшін қажет? Эмоцияларды камерадан танудың бірнеше ықтимал қолданулары бар. Ең бірінші аналитика және маркетинг саласында: тұтынушылардың белгілі бір өнімдерге, қызметтерге немесе жарнамалық науқандарға эмоционалды реакциясын түсіну арқылы компаниялар маркетингтік стратегияларын бейімдеуге және пайдаланушының пікірін анализдеуге болады.

Екінші қауіпсіздік саласында: қауіпсіздік жүйелерінде эмоцияны тану адамдардың күдікті мінез-құлқын немесе қауіпті жағдайларға реакциясын анықтауға көмектеседі.

Үшінші оқыту және білім беру саласында: білім беру мақсатында эмоцияны тану студенттердің қатысу деңгейін бағалау үшін немесе білім беру процесін жекелендіру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Төртінші медицина және психология саласында: медициналық және психологиялық зерттеулерде эмоцияларды талдау депрессия, мазасыздық немесе вегетативті бұзылулар сияқты психикалық жағдайларды диагностикалау және бақылау үшін пайдалы болады.

Бесінші интерактивті жүйелер саласында: ойындарда, виртуалды шындықта және басқа интерактивті жүйелерде эмоцияны тану неғұрлым нақты

және тартымды болу үшін пайдалануға арнайы интерфейстерін құру үшін қолданыла алады.

Алтыншы құрылғыларды автоматты түрде бейімдеу саласында: смарт үйлер немесе ақылды көліктер сияқты құрылғылар эмоцияны тану арқылы тұтынушылардың эмоционалдық күйіне сәйкес мінез-құлқын автоматты түрде бейімдеу үшін пайдалана алады, мысалы, көңіл-күйге байланысты жарықтандыруды немесе музыканы реттеу.

Бұл дипломдық жобаның мақсаты адамның көңіл күйін анықтау арқылы интернет жарнамалардың пайдалы әсер коэффициентін көтеру. Жасалынған құрылғының технологиясын смартфон қосымшаларына верификация кезіне қолданып, оны белгілі бір дерекқорда сақтау.

1 Қазіргі таңдағы бетті тану жүйесі

1.1 Эмоциялардың негізгі теориялары

Эмоциялар (аудармада – толқын, мен сілкінемін) – бұл адамның шындықтың объектілері мен құбылыстарына, басқа адамдарға, оның қажеттіліктерін, мақсаттары мен ниеттерін қанағаттандыруға немесе қанағаттандырмауға қатысты ең жалпы көзқарасын субъективті түрде көрсетудің психологиялық процесі.

Эмоциялар – бұл нақты әлем санасының шағылысуының бір түрі. Алайда, эмоциялар заттар мен құбылыстарды өздігінен емес, олардың тақырыпқа, олардың маңыздылығына қатысты көрсетеді. Эмоциялар бір жағынан ішкі қажеттіліктер мен мотивтерге, екінші жағынан сыртқы жағдайдың ерекшеліктеріне байланысты.

Эмоциялардың субъективті сипаты (әр түрлі адамдарда бір оқиға әртүрлі эмоцияларды тудырады).

Эмоциялардың полярлығы (эмоциялар жағымды және жағымсыз белгілерге ие: қанағаттану – қанағаттанбау, қайғы – көңілділік).

Эмоцияның эмоционалды сипатының фазасы олардың динамикасында сандық жағынан. Бір эмоционалды күйде (бір модальділік) оның қарқындылығының кернеу – разряд және қозу – тыныштық түріне қарай ауытқуы айқын көрінеді [14].

1.2 Сенсорлы датчиктермен олардың түрлері

Микропроцессорларды пайдалану адам қызметінің әртүрлі салаларында қолданылатын өте күрделі құралдарды жасауға мүмкіндік береді. Микропроцессорлар – екілік кодтармен жұмыс істейтін Сандық құрылғылар. Екілік кодтар түрінде кез-келген электрлік сигналдарды ұсынуға болады. Дегенмен, біз көптеген құрылғылар Сандық емес аналогтық әлемде өмір сүріп жатырмыз. Бізді қоршаған әлемнің сигналдары әрқашан электрлік бола бермейді. Күрделі интеллектуалды цифрлық жүйелер сыртқы әлемнен ақпаратты қабылдай алуы үшін әртүрлі физикалық шамаларды электрлік сигналдарға түрлендіретін интерфейс құрылғылары қажет. Мұндай интерфейс құрылғылары сенсорлар болып табылады.

Сенсор – бұл сыртқы әсерлерді қабылдайтын және оларға электрлік сигналдардың өзгеруімен жауап беретін құрылғы. Сыртқы әсер дегеніміз – объектінің сандық сипаттамасы, оның қасиеті немесе сапасы, оны қабылдау және электр сигналына айналдыру қажет. Датчиктердің мақсаты-физикалық шаманы (электрлік немесе көбінесе электрлік емес) электрлік сигналға айналдыру, оны одан әрі күшейтуге, электронды құрылғылардың көмегімен түрлендіруге және/немесе тарату желілері арқылы беруге болады. Датчиктердің шығысы амплитудасы, жиілігі, фазасы немесе сандық коды сияқты сипаттамалармен

сипатталатын кернеу, ток немесе заряд болуы мүмкін. Сигналды сипаттайтын сипаттамалар жиынтығы шығыс форматы деп аталады. Әрбір сенсор кіріс параметрлерінің жиынтығымен (кез-келген физикалық сипатта) және шығыс параметрлерінің жиынтығымен сипатталады.

Барлық датчиктерді тікелей әсер ететін және құрама датчиктерге бөлуге болады. Тікелей әрекет датчиктері сыртқы әсерді тікелей электрлік сигналға түрлендіреді, ол үшін сәйкес физикалық құбылысты (мысалы, фотоэффект) қолданады. Құрама датчиктерде шығыс электр сигналы бір түрден екінші түрге және ақырында электр энергиясына бірнеше түрлендіруден кейін алынады. Өлшеу жүйелерінің бөлігі ретінде датчиктер сыртқы және кіріктірілген болуы мүмкін. Сыртқы әсерлер сыртқы әсерлерге жауап береді және жүйеге қоршаған ортадағы өзгерістер туралы хабарлайды. Кіріктірілген өлшеу жүйелерінің жұмысын бақылайды, бұл жүйенің барлық ішкі құрылғыларының дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін қажет.

Көңіл-күйді анықтау үшін қолданылатын сенсорлар әртүрлі биометриялық және физиологиялық параметрлерді талдау арқылы жұмыс істейді. Бұл сенсорлардың негізгі жұмыс принциптерін бірнеше санатқа бөлуге болады:

- Терінің электрлік белсенділігін өлшеу (Электродермальды белсенділік, EDA), яғни EDA датчиктері терлеу нәтижесінде пайда болатын тері өткізгіштігінің өзгеруін өлшейді. Тер бездерінің белсенділігі вегетативті жүйке жүйесімен реттеледі және эмоционалды қозуды көрсете алады.

- Жүрек соғу жиілігін (жүрек соғу жиілігін) және жүрек соғу жиілігінің өзгергіштігін (ЖЖӨ) бақылау, яғни жүрек соғу жиілігінің сенсорлары (мысалы, фотоплетизмография) тамырлардағы қан көлемінің өзгеруі арқылы импульсті өлшейді. Жүрек соғу жиілігінің өзгергіштігі жүрек соғу жиілігі арасындағы аралықтардың өзгеруін талдайды және стресс немесе релаксация күйін көрсетуі мүмкін.

- Тыныс алу параметрлерін талдау, яғни тыныс алу датчиктері тыныс алу жиілігі мен тереңдігін өлшейді. Тыныс алу ритағының өзгеруі тыныштық, стресс немесе мазасыздық сияқты әртүрлі эмоционалды жағдайларды көрсетуі мүмкін.

- Бұлшықет белсенділігін өлшеу (Электрмиография, ЭМГ), яғни ЭМГ датчиктер бұлшықеттің жиырылуынан туындаған электрлік белсенділікті тіркейді. Бұл деректер бет әлпетін және сәйкесінше эмоциялардың көрінісін анықтауға көмектеседі.

- Дауысты талдау, яғни микрофондар мен сөйлеуді өңдеу алгоритмдері дауыстың тонусын, тембрін, көлемін және басқа параметрлерін талдайды. Дауыстың өзгеруі әртүрлі эмоционалды жағдайларды көрсетуі мүмкін.

- Тері температурасын өлшеу, ол инфрақызыл сенсорлар терінің температурасын өлшейді, ол эмоционалды жағдайға байланысты өзгеруі мүмкін.

- Мимиканы талдау – Камералар мен компьютерлік көру алгоритмдері әртүрлі эмоциялармен байланысты мимиканы анықтау арқылы мимиканы талдайды.

– Ми белсенділігін бақылау (Электроэнцефалография, ЭЭГ): ЭЭГ датчиктер мидың электрлік белсенділігін өлшейді, бұл әртүрлі эмоционалды жағдайларға байланысты үлгілерді талдауға мүмкіндік береді.

– Қоршаған орта параметрлерін өлшеу: кейбір жүйелер сонымен қатар адамның эмоционалды жағдайына әсер етуі мүмкін жарық, температура және шу сияқты қоршаған орта параметрлерін ескереді.

Бұл деректердің барлығы әдетте машиналық оқыту алгоритмдері мен үлкен деректерді талдау арқылы өңделеді, бұл адамның көңіл-күйі мен эмоционалды күйлерін жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Датчиктерді жіктеу жүйелері жіктеу мақсатына байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Мысалы, ең көп таралғандардың бірі – сенсорларды белсенді және пассивті деп бөлуге болады. Белсенді датчиктер өз жұмысы үшін сыртқы энергия көзінен электрлік қозу сигналын қажет етеді (мысалы, деформация мөлшеріне байланысты кедергісін өзгертетін резистивті жүктеме ұяшығы). Бұл сенсорлар параметрлік деп те аталады. Пассивті сенсорларға қосымша энергия көзі қажет емес және сыртқы әсерге немесе оның өзгеруіне жауап ретінде мұндай сенсордың шығысында электр сигналы пайда болады (мысалы, фотодиод). Анықтамалық нүктені таңдауға байланысты сенсорларды абсолютті және салыстырмалы деп бөлуге болады. Абсолютті сенсор өлшеу жағдайларына тәуелсіз абсолютті физикалық бірліктердегі сыртқы сигналды анықтайды. Әр өлшемдегі салыстырмалы сенсордың шығыс сигналы өлшеу шарттарына байланысты әр түрлі түсіндірілуі мүмкін. Мысалы, термистор абсолютті сенсор болып табылады, өйткені оның электрлік кедергісі абсолютті температураға тікелей тәуелді, ал термопара салыстырмалы сенсор болып табылады, өйткені оның шығуындағы кернеу оның абсолютті мәніне емес, температура градиентіне байланысты. Датчиктерді жіктеуді басқа белгілер бойынша жүргізуге болады. Мысалы, олардың сипаттамаларына, олардан жасалған материалдарға, детективтік құралдарға, әсер ету энергиясын электр сигналына айналдыру механизмдеріне, қолдану салаларына, сыртқы әсер ету түрлеріне және т. б.

Датчиктердің физикалық принциптері

Тікелей әсер ететін датчиктер электрлік емес әсерлерге жауап ретінде шығуда электр сигналдарын алуға мүмкіндік беретін физикалық құбылыстар негізінде құрылады. Мұндай құбылыстарға, мысалы, фотоэффект, пьезоэлектрлік эффект, Зебек эффектісі (термоэлектрлік эффект) және басқалар жатады.

Температураға сезімталдық. Материалдың өткізгіштігі t температурасының өзгеруіне байланысты және салыстырмалы түрде тар диапозонда формуламен көрсетілуі мүмкін:

$$\rho = \rho_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t), \quad (1.1)$$

мұндағы:

ρ_0 – анықтамалық температурасындағы t_0 материалдың меншікті кедергісі (әдетте 0 немесе 25 °C);

α – кедергінің температуралық коэффициенті (КТК);

Δt – ағымдағы температура айырмашылығы t және эталондық t_0 .

Кеңірек диапазонда меншікті кедергінің температураға тәуелділігі сызықтық емес функция болып табылады. Металдарда оң КТК бар, ал көптеген жартылай өткізгіштер мен оксидтер теріс. Электрондық тізбектерде қолданылатын резисторлар үшін төмен температуралық коэффициенті бар материалдарды қолданған жөн, ал температура датчиктерін құру үшін резисторларда жоғары КТК болуы керек. Резистивті температура датчиктері термисторлар немесе температура детекторлары деп те аталады. Ең танымал температура детекторы - платина, ол $3,7 \times 10^{-3} \text{K}^{-1}$ мәніне ие және $200 \div 600 \text{ }^\circ\text{C}$ кең температура диапазонында жұмыс істейді. Термисторлар-оң немесе теріс КТК мәні жоғары резисторлар. Олар никель, марганец, кобальт, титан, темір сияқты бір немесе бірнеше металл оксидтерінен тұратын жартылай өткізгіштерден жасалған. Басқа металл оксидтері өте сирек қолданылады. Термисторлардың кедергісі ОМ-нан көптеген МОм-ға дейін. Олар диск, тамшы, түтік, пластина түрінде жасалады. Заманауи жұқа пленка технологияларын қолданған кезде термисторды керамикалық субстратқа басып шығару арқылы жасауға болады. Теріс ТКС бар термисторлар керамикамен пісірілген платинадан жасалған. Термисторлар қарсылықтың температураға сызықтық емес тәуелділігіне ие, оны теңдеулердің бірнеше нұсқаларымен жуықтауға болады, олардың бірі келесідей:

$$R_t = R_0 \times e^{\beta(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}, \quad (1.2)$$

мұндағы:

T_0 – Кельвиндегі калибрлеу температурасы,

R_0 – калибрлеу температурасындағы қарсылық мәні,

β – материалдың сипаттамалық температурасы (Кельвинде).

Әдетте β мәндері $3000 \div 5000 \text{ K}$ диапазонында болады және тар өлшеу аймағында температураға тәуелсіз деп санауға болады. Дәстүр бойынша термисторлар калибрленеді және $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_0 = 298,15 \text{ K}$) температурада, ал температуралық детекторлар $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_0 = 273,15 \text{ K}$) температурада өлшенеді.

1.3 Бетті анықтау жүйесімен танысу

Бет эмоцияларын тану жүйесі дегеніміз – бұл компьютерлік жүйелерге адамның эмоционалды жағдайын анықтау мақсатында мимиканы талдауға және түсіндіруге мүмкіндік беретін технологиялардың бірі болып табылады. Бұл тақырып ақпараттық технологиялар, психология, медицина, білім беру, бизнес және басқа да көптеген салалардағы зерттеушілердің, инженерлердің және кәсіпкерлердің назарын аударуда.

Соңғы онжылдықта беттің эмоцияларын тану технологиялары компьютерлік көру, жасанды интеллект және машиналық оқытуды дамыту арқылы айтарлықтай прогреске қол жеткізуде. Бұл технологиялар эмоцияны автоматты түрде талдауға және жіктеуге қабілетті жүйелерді құруға мүмкіндік береді, бұл әртүрлі қосымшалар мен инновацияларға жаңа мүмкіндіктер ашады. Бет-әлпетті тану технологиялары келесі аспектілерді қамтиды:

– бетті тану және мимика технологиялары – бұл беттерді анықтау және олардың эмоционалды көріністерін талдау үшін қолданылатын компьютерлік көру әдістері мен алгоритмдері;

– эмоцияларды талдау және түсіндіру әдістері – бұл бет-әлпетіне негізделген эмоцияларды анықтау мен жіктеудің әртүрлі тәсілдерін қамтиды;

– қиындықтар мен даму перспективалары – бұл салада зерттеушілер мен әзірлеушілер бетіндегі эмоцияларды тану саласындағы қиындықтарды талдап және осы технологияның болашақ даму перспективаларын алдын ала қарастырады.

Бетті тану жүйесі кез-келген кескіндегі тұлғаны автоматты түрде биометриялық деректерін салыстыра отырып, талдау жүргізетін мамандандырылған бағдарлама болып келеді. Бағдарлама екі нейрондық желіге негізделген. Олардың біріншісі желісі "сәйкестендіруші" (ағылш. Aligner) деп аталады. Ол бақылау камерасынан келетін кескінді белгілі бір жолмен өңдейді: бейнежазбадағы барлық адамның беттерін анықтайды, оларды "қиып алады" және "сәйкестендіреді". Процесс бірнеше кезеңмен жүзеге асырылады:

1. Бағдарлама тани алған беттерді анықтап төртбұрышты кескінмен қоршайды. Бір-біріне тым жақын орналасқан, профильге бұрылған немесе жай ғана кішкентай және бұлыңғыр адам беттерін детектор әрқашан анықтай бермейді.

2. Беттер көз, мұрын және ауыз нүктелерін белгілеу арқылы сәйкестендіріледі.

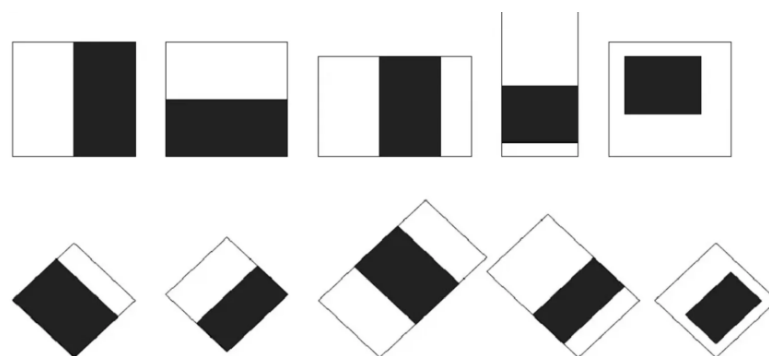
3. Соңғы кезеңде көздің, мұрынның және ауыздың нүктелері тиісті позицияға келгенше кескін белгілі бір жолмен бұрылады және реттеледі.

Қазіргі уақытта адамның бет-әлпетін тану жүйелері құрылатын үш негізгі қағида бар. Ең бірінші қағидасы компьютерде бейнебақылау камерасынан келетін ақпаратты жергілікті бақылау және өңдеу. Мұндай құрылғылар бақылау-өткізу пункттері мен терминалдарда өте ыңғайлы болып табылады, кез-келген өнеркәсіптік кешенге келген ақпарат тікелей түрде дерекқорға немесе белгілі бір уақыт кестесіне жиналады. Екінші қағида IP бейнекамералардан келетін ақпаратты қашықтан өңдеу. Бұл жағдайда бейне тізбегі қажетті бағдарламалық жасақтамамен жабдықталған қашықтағы серверде өңделеді. Үшінші қағида деректерді тікелей бейнекамерада өңдеу. Яғни іске асыру барысында осы әдіспен өңделген ақпарат серверге таза түрінде келеді. Көп жағдайда "камера — сервер" байламы сканерлеу функциясы бар белгілі бір бейнекамера үшін арнайы әзірленген сәйкес бағдарламалық құралмен жабдыкталу қажет [14].

Кез-келген бетті тану құрылғы үшін құрамдас бөліктер қажет олар: беттің кескінін алу үшін оптикалық камера немесе лидар; алдын ала талданған

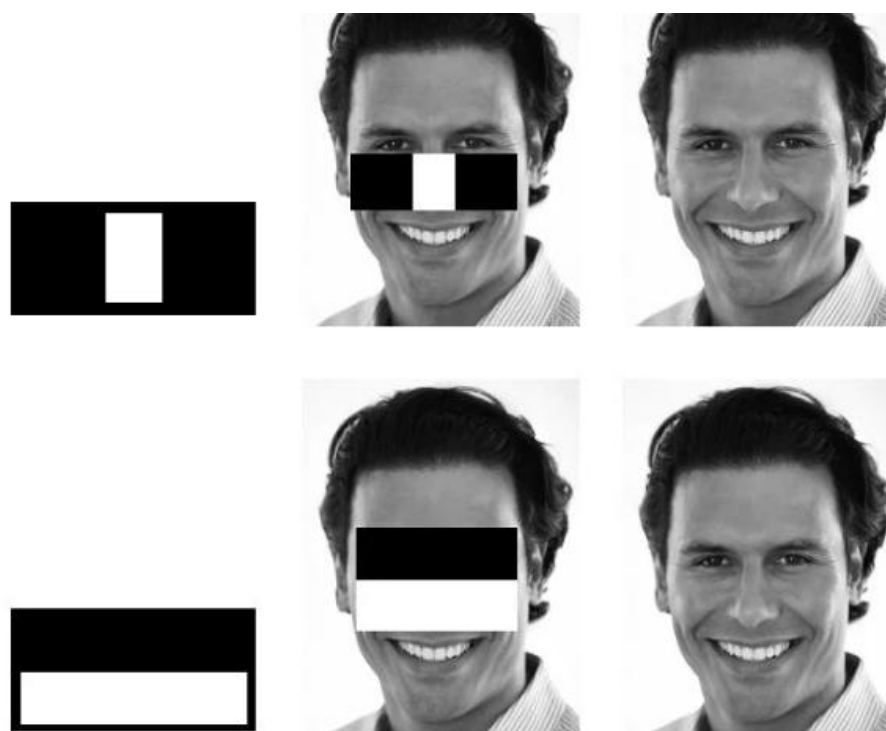
тұлғалардың деректер базасы; фреймдегі бетті табатын алгоритм; белгілі бір векторлар жиынына бетті келтіру алгоритмі; векторларды эталондармен салыстыра алатын алгоритм. Берілген нысанды камерадан қабылдап алу үшін ең алдымен компьютердің міндетін айтып өтейік. Камерадан бейне ағынын алу үшін оны нақты уақытта бірнеше кадрға кесіп, кадрларды алгоритмге жіберу керек. Кейбір алгоритмдер камерадан жалпақ кескінді пайдаланса, ал басқалары лидарлар арқылы жұмыс жасайды. Лидар дегеніміз - лазерлік зеңбірек сияқты лазерді барлық бағытта жылдам атып, сәулелердің оралу жылдамдығын өлшейді. Бұл процесс дәл емес, бірақ белгілі бір дәрежеде көлемді сурет болып шығады. Қазіргі таңда лидарды негізгі камераның кескінімен жиі біріктіре отырып алдымызда нысанның фотосуреті емес, шынымен де адам бар екеніне көз жеткізу үшін қолданады. Кейде алгоритм ұйықтап жатқан адамдарды немесе маскаларды сканерлеу үшін тек мимикасы өзгертін қозғалмалы кескіндерді алу үшін конфигурацияланады. Кейбір алгоритмдер бастың айналуына негізделген үш өлшемді модельді есептейді. Олар тікелей команда айту бойынша (солға қараңыз, оңға қараңыз, жақындаңыз, алыстаңыз т.б.) олар беттің дәлірек көлемді моделін құруға тырысады.

Алгоритм тануды бастамас бұрын, суретте нысанның бетін табу керек. Ол үшін ол Виола-Джонс әдісін және келесідей көрінетін арнайы қара және ақ тіктөртбұрыштарды (Хаар примитивтерін) пайдаланады (1.1-суретте бейнеленген):

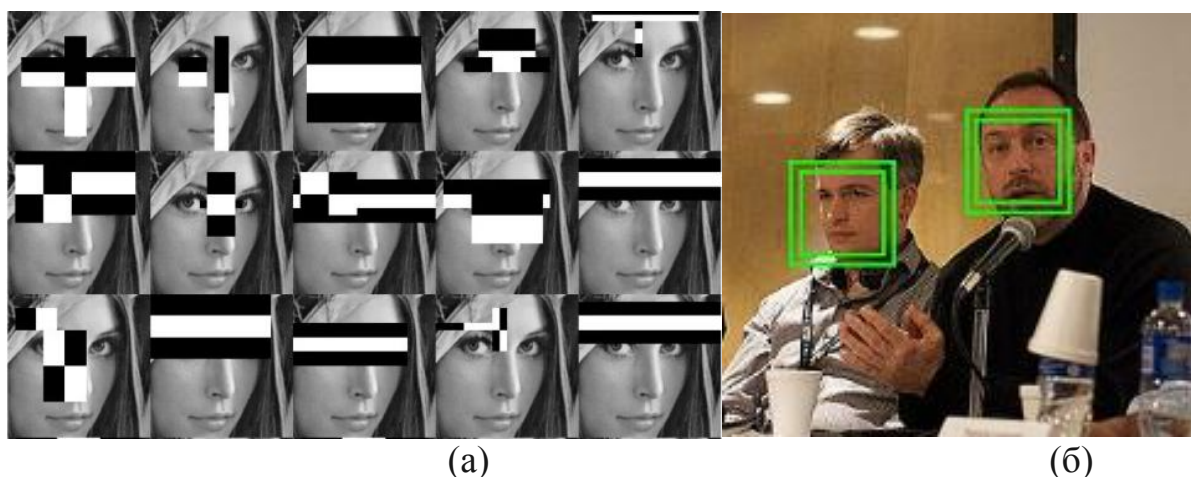


1.1-сурет – Хаар примитивтері

Осы тіктөртбұрыштардың көмегімен алгоритм суретте ашық және қараңғы аймақтар арасындағы ұқсас ауысуларды табуға тырысады. Егер бағдарлама бір жерде осындай көптеген сәйкестіктерді тапса, онда бұл адамның бет-бейнесі болуы мүмкін. Мысалы, осы примитивтердің көмегімен алгоритм мұрын мен көзді 1.2-суреттегідей анықтай алады. Барлық примитивтер ең басты көмегі бет шекараларын тауып, қалғанын кесіп тастауға болатындай етіп арнайы таңдалған. Сондықтан, алгоритм осындай сәйкестіктер жиналатын орнын тапқаннан кейін, тексеру үшін қалған тіктөртбұрыштарды салыстырады (1.3-суретте бейнеледі).



1.2-сурет – Примитивтер көмегімен мұрын мен көзді анықтау



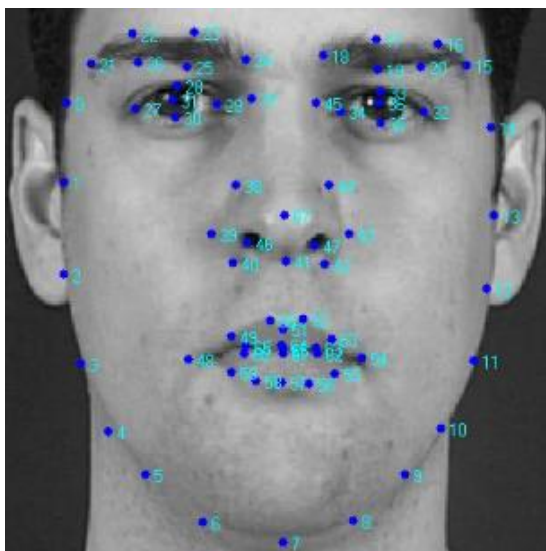
1.3-сурет – (а) Сәйкестендіру алгоритмі арқылы қалған примитивтерді салыстыру (б) табылған аймақты шеңберлендіру

Егер сәйкестендіру кезінде примитивтер саны жеткілікті болса, бұл сөзсіз адамның бет – әлбеті деген мағынаны білдіреді. Әдетте, бақылау үшін бетті іздеу алгоритмдері табылған аймақты шеңберлейді – бұл әзірлеушілерге бағдарламаның логикасымен бәрі жақсы екенін түсінуге көмектеседі (1.3-суретінде (б) бейнеленген). Алгоритм бетті тапқаннан кейін оның сандық моделін жасайды. Ол үшін ол келісі қадамдарды жасайды:

- а) Негізгі орындарға нүктелер қояды: мұрын, ауыз, көз, қас және т.б.
- б) Нүктелер арасындағы қашықтықты есептейді.
- с) Осы қашықтықта ол сандық картаны немесе векторды салады.

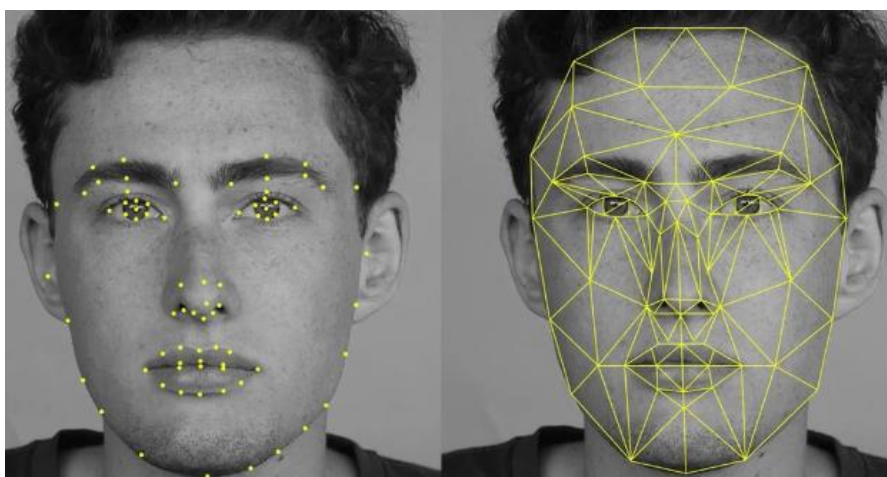
Тану дәлдігі осы нүктелердің қалай орналастырылатынына байланысты, сондықтан әрбір коммерциялық компания өз әдісін құпия ұстайды. Нүктелер

неғұрлым көп болса, дәлдік соғұрлым жоғары болады, бірақ ең аз дегенде 68 нүкте қою керек. Егер нүктелер аз болса, алгоритм дұрыс жұмыс істемеуі мүмкін. Барлық нүктелер табылған кезде алгоритм векторды – осы нүктелердің қасиеттерін өңдеудің математикалық нәтижесін есептейді. Мысалы, ол көздің арасындағы қашықтықты, мұрынның пішінін, еріннің қалыңдығын, қастың пішінін, олардың арасындағы қашықтықты және басқа да көптеген параметрлерді табады. Нәтижесінде 1.4-суретте бейнеленгендей вектор деп аталатын сандар жиынтығы пайда болады.



1.4-сурет – Алгоритммен анықталған негізгі нүктелер

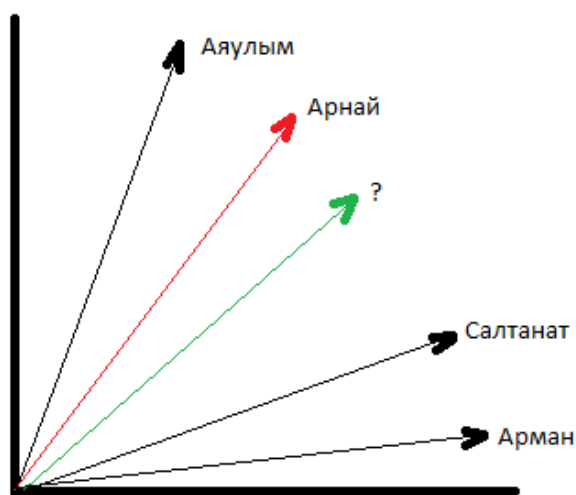
Егер алгоритм "жаңа тұлғаны үйрену" режимінде жұмыс істесе, онда ол алынған векторды қандай да бір атпен немесе идентификатормен мәліметтер базасына жазады. Шартты түрде айтқанда, бұл базада келесідей көрінеді:



1.5-сурет – Бетіндегі танылған нүктелер және векторлар есептейтін алгоритм

1.5-суретте көрсетілгендей ең алдымен нысанның негізгі орындарына нүктелер қойылады, нүктелер арасындағы қашықтық есептеледі және есептелген қашықтық сандық карта немесе вектор ретінде салынады.

Алгоритмнің тағы бір жұмыс режимі – эталонмен салыстыру. Деректер базасында қазірдің өзінде бір немесе бірнеше векторлар бар, алгоритмнің міндеті — оларды жаңа вектормен салыстыру, ол камерадан алынған суретте ғана есептелген. Содан кейін алгоритм жаңа вектордың дерекқордағы векторлардан қаншалықты ерекшеленетінін қарастырады. Егер бұл вектор жеткілікті түрде ерекшеленбесе, біз бетті таныдық деп ойлаймыз. Мысалы ретінде, 1.6-суретте көріп тұрғаныздай бізге беймәлім келетін жасыл белгісіз вектор Арнайға ең жақын орналасқан. Егер векторлар арасындағы қашықтық жеткілікті аз болса, алгоритм кадрдағы адамды Арнай екенін айтатын еді. Әр алгоритмнің өзіндік сәйкестік коэффициенттері бар: бір жерде тек 98% немесе одан жоғары сәйкестік рұқсат етілсе, белгілі бір себептермен сіз маскада немесе айналаңызда нашар жарықтандыру болса сізді алгоритм танымай қалуы мүмкін.



1.6-сурет – Векторларды салыстыру

Сәйкестік коэффициенті кішірек болса жақсы жұмыс жасайды, бірақ олар қауіпсіздік белгілерін толық қанағаттандыра алмайды. Бұл процессті қазірдің өзінде белгілі бір алгоритмді орнату және бұрмалау арқылы ең оптималды деңгейге дейін алгоритмге өзгеріс енгізуге болады.

1.4 Бетті автоматты түрде тану

Фотосуреттегі немесе бейне ағынындағы кескін арқылы адамның жеке басын автоматты түрде анықтау кең коммерциялық және ғылыми қолданысқа ие. Бұл тақырып 80-ші жылдардың басында пайда болды, алайда оның қарқынды дамуы 90-шы жылдары, кескіндер мен есептеу машиналарын өңдеу саласында жаңа технологиялар пайда болғаннан кейін басталды. Бұл технология контактісіз болуы мүмкін нәрсеге байланысты ерекше қызығушылық тудырады. Жалпы,

жеке тұлғаны анықтау міндеті екі кезеңнен тұрады. Біріншісі – суреттегі беттің орналасуын анықтау. Ол үшін түпнұсқа кескін кішірек тереземен сканерленеді және әр уақытта терезедегі кескіннің адам бетіне ұқсастығының белгілі бір дәрежесі анықталады. Бұл кезең ең көп уақытты қажет етеді, өйткені терезенің әртүрлі өлшемдері үшін толық сканерлеу қажет, сонымен қатар әр уақытта терезедегі кескіннің бетке ұқсастығын табу керек. Ресми түрде, бет бейнесі құрылымдық түрде (бет — бұл мұрынның ортасында орналасқан сопақша, симметриялы көздер және т. б.), терінің түсі бойынша (егер фонда терінің түсінен басқа түс болса), статистикалық және бет суреттерінің мысалдарының тізімі. Терезе таңдалғаннан кейін, ол туралы үлкен сенімділікпен тек адамның бет-әлпеті бар деп айтуға болады, тұлғаны сәйкестендіру басталады. Ол үшін алгоритмдер жиынтығы қолданылады: статистикалық, нейрондық, Марковтық тізбектер, серпімді графиктер, толқындық талдау, сипаттамалық нүктелерді талдау және т.б. қазіргі жүйелерде, әдетте, бұл әдістер жиынтықта қолданылады [22].

Априори тек адамның бет-әлпетін қамтитыны белгілі сурет берілсін.

Негізгі компоненттер әдісі (Principal component Analysis — PCA) [23] статистикалық әдіс болып табылады. Негізінде, ол еш жерде қолданылмайды, бұл өңдеу объектісі бет бейнелері болып табылады, ол кейбір сызықтық кеңістіктегі векторлармен жұмыс істейді.

I – ақ-қара бет бейнесі болсын Ver қосулы Hor пикселдер, яғни

$$I \in Mat(Ver \times Hor).$$

Біз $I \in R^N$ деп есептейміз, мұндағы $N = Ver \times Hor$ кейбір ішкі кеңістігін анықтау қажет, өлшемі N -ден аз, проекция кезінде $U \subset R^N$ кескін ақпаратының жоғалуы минималды болады. Тұлғалардың Оқу үлгісі $\Omega = \{I_1, \dots, I_n\}$, $I_i \in R^N$. Математикалық күту $E = E(\Omega) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$

$$A = [I_1 - E, \dots, I_n - E] \in Mat(N \times n),$$

және корреляциялық матрица:

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_i - E)(I_i - E)^t = \frac{1}{n} AA^t \in Mat(N \times N).$$

C матрицасының оң жақ меншікті векторларын табу қажет (олар $D = nC$ матрицасымен бірдей). Мұны үлкен N мәндерімен тікелей жасау қиын, сондықтан басқа жол қолданылады.

V меншікті вектор және λ оған сәйкес келетін меншікті мән болсын, содан кейін

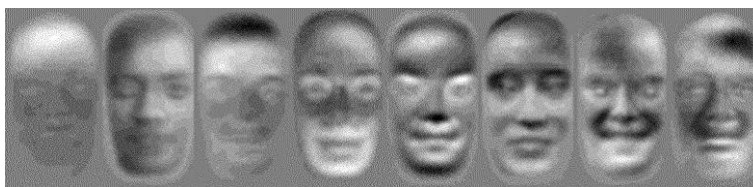
$$D\vartheta = \lambda\vartheta \rightarrow AA^t\vartheta \rightarrow \lambda\vartheta \rightarrow A^tAA^t\vartheta = \lambda A^t\vartheta,$$

демек, $y = A^t \vartheta$ – бұл $A^t A \in \text{Mat}(n \times n)$ матрицасы үшін λ меншікті мәні бар меншікті вектор, мұндағы n – кескін өлшемі емес, Ω оқу үлгісіндегі беттердің саны ғана N .

$\{r_1, \dots, r_k\}$ – $A^t A$ матрицасының ең үлкен меншікті мәндеріне жауап беретін алғашқы k векторлары ($k \leq n$), яғни

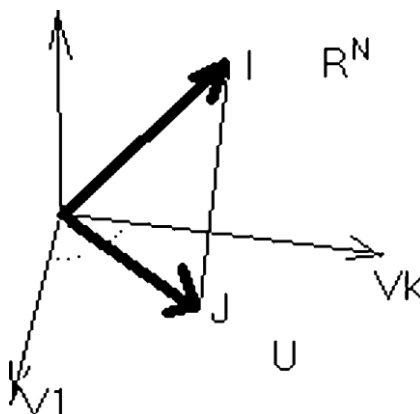
$$A^t A r_i = \lambda_i r_i \rightarrow A A^t A r_i = \lambda_i A r_i \leftrightarrow A A^t \vartheta_i = \lambda_i \vartheta_i \leftrightarrow D \vartheta_i = \lambda_i \vartheta_i$$

мұндағы $\vartheta_i = A r_i$. Демек, ϑ_i матрицаның меншікті векторлары болып табылады D . ϑ_i әрбір – E векторларының сызықтық тіркесімі бар екенін ескеріңіз, $I_1 - E, \dots, I_n - E$, яғни бастапқы беттердің сызықтық тіркесімі I_1, \dots, I_n . Осыған байланысты, біз бар тұлға ұқсас, олар көбінесе өз бетінше аталады (eigenfaces), (1.7-сурет).



1.7-сурет – Бет тәрізді көрініс немесе жеке тұлғалар (eigenfaces)

Оқу үлгісінің еріктілігі Ω , әдетте, $rk(A) = n$ (яғни максималды дәреже) және барлық r_1, \dots, r_k векторларын есептеуге мүмкіндік береді – сызықтық тәуелсіз. Сондықтан $\vartheta_i = A r_i$ векторлары ($i = 1, \dots, k$) сонымен қатар сызықтық тәуелсіз және ішкі кеңістікті құрайды $U = \text{Lin}\langle \vartheta_1, \dots, \vartheta_k \rangle$ өлшемдері k . Сонымен қатар, ϑ_i векторлары ортогоналды. Шынында да: себебі $\lambda_i(\vartheta_i, \vartheta_j) = (A A^t \vartheta_i \vartheta_j) = (\vartheta_i, (A A^t)^t \vartheta_j) = \lambda_j(\vartheta_i, \vartheta_j)$, мұндағы (\cdot, \cdot) — скаляр көбейтінді. Бұл жағдайда, егер $\lambda_i \neq \lambda_j$ болса, онда $(\vartheta_i, \vartheta_j) = 0$.

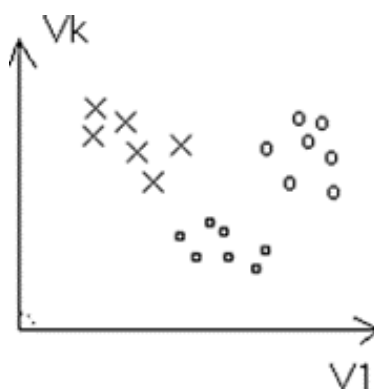


1.8-сурет – Кез келген вектор ішкі кеңістікке ортогоналды түрде проекциялануы

Кез келген $I = (i_1, \dots, i_N)^t$ векторы ішкі кеңістікке U ортогоналды түрде проекцияланады. $J = Pr_U(I) = (j_1, \dots, j_k)^t \in R^k, j_i = (I, \vartheta_j)$ (1.8-суретте көруге болады). ϑ_i -ге сәйкес келетін меншікті мәндердің максимумына байланысты сандарының жиынтығы j_1, \dots, j_k кездейсоқ шаманы сипаттайды I ең маңызды параметрлер бойынша және ортогоналдылыққа байланысты ($i = 1, \dots, k$), бұл параметрлер тәуелсіз. Енді кез-келген тұлғаның бейнесі k -өлшемді кеңістіктегі вектор болып көрінеді, мұндағы k көп N -ден аз.

Екі тұлғаның арасындағы айырмашылық дәрежесі келесідей анықталады $p(A, B) = \sum a_i b_i$, мұндағы $A = (a_1, \dots, a_k), B = (b_1, \dots, b_k)$ егер екі сурет ұқсас болса, онда олардың проекциялары арасындағы айырмашылық аз, сондықтан бір адамның суреттері U -дағы белгілі бір аймақты анықтайды (1.9-суретте көруге болады).

Тану алгоритмінің жұмыс істеуі үшін U ішкі кеңістігін анықтау қажет. сонымен қатар, Ω мүмкіндігінше әр түрлі бет кескіндерінің ең үлкен үлгісін қамтуы керек. Айта кету керек, барлық адамдар бір қалыпта болуы керек, мысалы, фас, сондай — ақ кескіндер бірдей мөлшерде болуы керек — *Hot* пикселдеріндегі *Ver*.



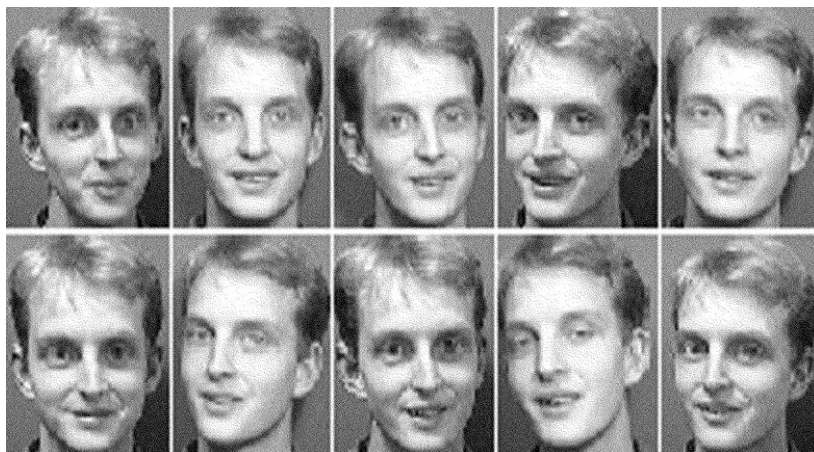
1.9-сурет – Екі сурет ұқсас болғандағы проекциялардың айырмашылығы

U өлшеміне, яғни өз бетінің санына, фотосуреттердің сапасына қызғанышты тану тиімділігі: ажыратымдылық, Жарық, фотосуреттегі беттің орналасуы және т.б. барлық фотосуреттерде бірдей жарық пен бастың орналасуы болуы керек, дегенмен шамалы ауытқулар қолайлы: көзілдірік, бастың кішкене бұрылыстары, күлімсіреу және т. б [22].

1.5 Нәтижелерді тестілеу

Сипатталған әдістердің тиімділігі суреттердің қасиеттеріне байланысты. Барлық фотосуреттер бірдей бұрышпен және жарықтандырумен түсірілуі керек. Барлық әдістер кескін мен бет өлшемдерінің бірдей болуын талап етеді. Нәтижесінде әртүрлі әдістердің тиімділігін салыстыру үшін оларды бірдей

мәліметтер базасында тестілеу қажет. Жалпы қабылданған бірнеше жалпы мәліметтер базасы бар (1.10-сурет пен 1.11-сурет):



1.10-сурет – Olivetty Research Ltd. ORL (AT&T) (құрамында 400 ақ-қара суреттер, 10 фотосуреттен 40 адам, кішкентай бас бұрылыстары бар фас фотосуреттері)



1.11-сурет – Yale Face Database (165 ақ-қара кескіні, әр түрлі өрнектері 15 адам (қуаныш, қайғы, тосынсый, т.б.) фас фотосуреттері, әр түрлі жарықтандыруы)

ORL базасы ең кең таралған және сипатталған Алгоритмдер ондағы келесі нәтижелерді берді.

Кесте 1.1 – Алгоритмдер ондағының нәтижелері

Алгоритмдер	Тану пайызы
Негізгі компоненттер әдісі	80%
Фишердің сызықтық дискриминанты	91%
Бір Өлшемді Марков Моделі	84%
Екі Өлшемді Марков Моделі	99.5%
Габордың Толқындары	95.5%

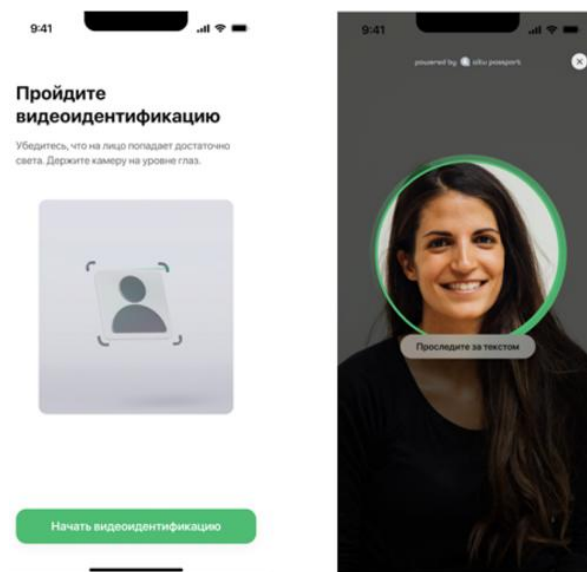
Бұл әдістерді (1.1-кесте) біріктіру танудың жоғары пайызын береді, алайда іс жүзінде алынған кескіндер алдын-ала өңдеуді қажет етеді. Алдын ала өңдеудің негізгі проблемасы-суреттегі беттің орнын анықтау. Әрі қарай, бет кескінінің өлшемін анықтамалыққа өзгерту керек, содан кейін жарық гистограммасын туралау керек. Бұл сурет сапасын жоғалтпауды талап етеді. Мысалы, егер ORL негізіндегі сапаға ұқсас тану сапасын алу қажет болса, онда суретке түсіретін құрылғының ажыратымдылығы шамамен 100×100 пиксель бет бейнесін беруі керек [22].

1.6 Цифрлық құрылғылар және IoT технологиясы

Цифрлық құрылғы – бұл сандық технологияны қолдану арқылы мәліметті цифрлық түрде ала отырып, алынған ақпаратты өңдеу болып табылады. Қазіргі таңда көптеген цифрлық құрылғыларда сенсорлы датчиктер маңызды орын алады. Олар тек өнеркәсіпте емес, сонымен қатар медицина мен қоршаған ортада да сұранысы бар. Мысалы мына мақалада «Интернетке қосылған қауіпсіздік және денсаулық сақтау қосымшаларына арналған киілетін сенсорлық желілік жүйені әзірлеу және енгізу» датчиктер физиологиялық сигналдарды бақылап қана қоймай қоршаған ортаның қауіпсіздігі үшін температураны, ылғалдылықты және ультракүлгінді бақылайды [1,2]. Менің жұмысымда жасанды интеллекттің артықшылықтарын қолдану арқылы біртұтас құрылғы жасау болып табылады. Тереңірек қарастыратын болсақ IoT технологиясын қолданып сенсорлы датчиктер көмегімен құрылғы әзірлеу. IoT технологиясы (интернет заттары) – бұл интеллектуалды жүйе мен адамдарды біріктіруден ақылды нысандарды/заттарды біріктіре отырып, қазіргі заманның сұранысына сай құрылғы немесе жүйе әзірлеу. Негізгі концепциясы - нақты әлемдегі бірегей анықталатын құрылғылар арасында пайдалы ақпараттың автономды алмасып жұмыс істеуін қамтамасыз ету. Интернет заттары (IoT) көптеген артықшылықтар мен мүмкіндіктерді ұсынады. Құрылғыларды қашықтықтан бақылауға және басқару, ресурстарды оңтайландыру, автоматтандыру және жаңа бизнес модельдерді құрастыруға болады [12].

«Интернет заттары» — құрылғылардың арасында және әртүрлі ақпараттық жүйелердің арасында деректер беруді, жинауды және талдауды қамтамасыз ететін бағдарламалар кешені бар кез-келген көптеген құрылғылар жиынтығынан тұратын желі. M2M (Machine to Machine) деректер беру технологиясы құрылғыларды ақпаратты сақтаудың және оларға қашықтан қол жеткізудің бұлтты инфрақұрылымына қосылған компьютер желісіне қоса отырып, заттар интернетін толықтырады [10]. Қазіргі таңда заттар интернетін бірнеше салада қолданады ақылды үй, инфрақұрылымдарда, өнеркәсіпте және тағы басқа салаларда. Тұтынушылар үшін IoT құрылғылары қарапайым функционалдыққа ие. Мысалы: үйде қашықтықтан басқару құралы ретінде Smart TV немесе Smart көзілдіріктері бола алады. Бірақ заттар интернетінің кемшіліктері бар ақпарат ешбір уақытта шифрланбайды, әсіресе нарықта ұсынылған арзан құрылғылар арасында және инвестиция тарапынан қымбат болып келеді [11].

Бетті тану саласындағы сандық құрылғылар адамның бет бейнесі негізінде беттерді анықтау үшін қолданылады. Мысал ретінде төменде 1.12-суретте көршітелген Фридом Банктің қосымшасына назар аударуыңызды сұраймын.



1.12-сурет – Фридом Банкінің мобильдік қосымшасы

Верификация адамның немесе объектінің шынымен кім екенін растау үшін түпнұсқалықты тексеру немесе жеке басын анықтау үшін қолданылады. Тексеру маңызды болып табылатын бірнеше аймақтар бар. Қауіпсіздік – ресурстардың және физикалық нысандардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Желілік қауіпсіздік пен ақпараттық технологияларда верификация компьютерлік жүйелерге, желілерге немесе онлайн платформаларға қол жеткізген кезде пайдаланушылардың аутентификациясы үшін қолданылады.

Цифрлық құрылғылардың ішінде сенсорлы датчик қолданатын «Сергек» камерасын алсақ болады (1.13-сурет).

Жүйе автоматты түрде астыдағы бұзушылықты тіркейді:

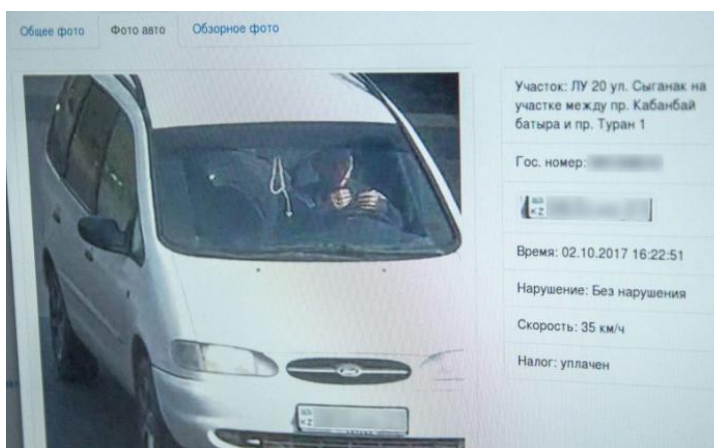
- жылдамдық режимінен асып кету;
- қиылыстардың алдында қатты сызықты кесіп өту;
- дұрыс емес жерде тұрақ немесе аялдама;
- бағдаршамның тыйым салу сигналына өту;
- бөлінген жолақтар бойынша жүру.

Бір камераға үш инфрақызыл жарқыл қосылады – әр жолаққа бір. Жоғары ажыратымдылық пен поляризациялық сүзгінің арқасында суреттер қараңғы уақытта айқынырақ болады (1.13-сурет).



1.13-сурет – Жаңа "Сергек" камераларының түндегі көрінісі

Ол үшін камералардан алынған бейнелер арқылы бұзушылықтарды анықтайтын арнайы алгоритмдер ойлап табылды. Алгоритмдер жол ережесін бұзу кезінде камераға 15-20 секундта түскен бейнежазбаны дерекқорға автоматты түрде жібереді (1.15-сурет).

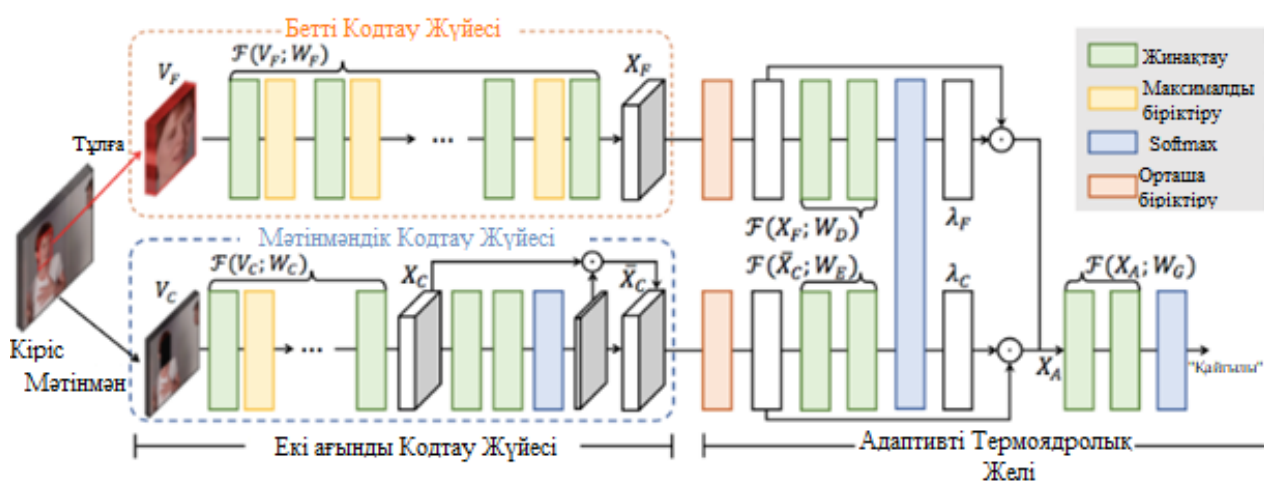


1.14-сурет – Сергек камерасына түскен көліктің дерекқордағы ақпараттары

2 Қолданыстағы көңіл күйді анықтайтын CAER-Net алгоритмі

Корейлік әзірлеушілер адамның эмоцияларын оның бет-әлпеті арқылы ғана емес, сонымен қатар суреттегі басқа маркерлерге де назар аудара алатын CAER-Net алгоритмін ойлап тапты. Жүйе екі конволюциялық нейрондық желінің жұмысына негізделген, олардың әрқайсысы кадрдағы адамның бетін және беттен басқа суретті талдайды. Эмоцияны тану дәлдігі 73% асады.

Олардың оқу желісінің архитектурасы екі конволюциялық нейрондық желі жүйесі болып табылады, олардың әрқайсысы бір жағынан суреттегі адамның бетін, ал екінші жағынан оны қоршап тұрған нәрсені талдайды, ал желінің әрқайсысы үшін екіншісі талдайтын нәрсе қол жетімсіз болып қалады. Талдау кезінде жүйе белгілі бір эмоцияға сәйкес келетін кескін көрсеткіштерін анықтайды (талдау үшін ғалымдар алты негізгі эмоцияны, сондай-ақ бейтарап мимиканы алады), содан кейін соңғы қабаттарда нейрондық желілер біріктіріліп, екеуінің де көрсеткіштері (танылған эмоция) бойынша жауап береді.



2.1-сурет – Берілген суретте нысанның мимикасын CAER-Net алгоритмі арқылы талдау процесі

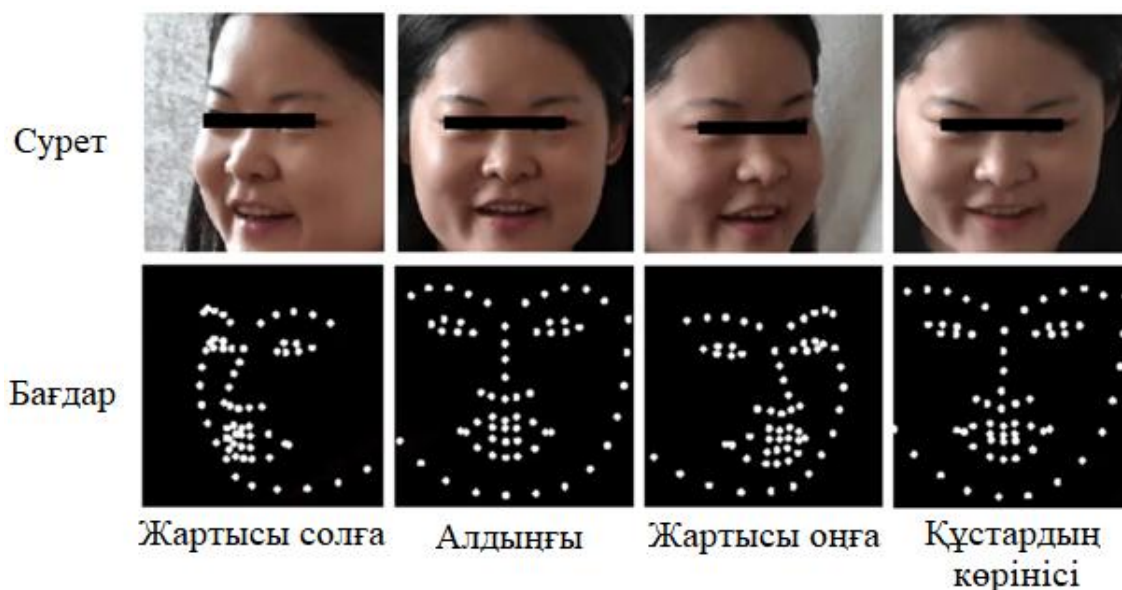
2.1-суретте берілген context encoding stream – мәтін мәндік кодтау ағыны суреттің артындағы фонды анализдейді. Face encoding stream – бетті кодтау ағыны суреттегі нысанның бет-әлбетін қиып алып эмоцияны анықтау кодына салады. Алынған дерек адаптивтелініп және жинақталып ақпарат экранда көрсетіледі.

Берілген жұмыста эмоцияны тану үшін конволюциялық нейрондық желі архитектурасы қолданылады (Convolutional neural network, CNN). Схемалық түрде CNN – бұл қабаттар тізбегі деп аталады. Әр қабат дифференциалданатын функция арқылы бір активация көлемін екіншісіне түрлендіру арқылы жұмыс жасайды. Конволюциялық нейрондық желіні ұйымдастыру үшін 3 негізгі қабат қолданылады: конволюция (convolution), пулинг (кіші іріктеу немесе субдискретизация қабаты, ағылш. pooling) және толығымен қосылған (fully connected, FC) қабаты. Конволюция және пулинг қабаттары бастапқы

кескіннен белгілер картасын алу үшін пайдаланылады, ал толық байланысқан қабаттың мақсаты алынған белгілерге негізделген кескіннің соңғы жіктелуі үшін қолданылады.

Бұл әзірлеушілерге кез-келген жағдайда бет әлпетінің эмоциясы емес, нысандағы эмоцияның контекстін (кадрда не болып жатқанын) бірлесіп талдау ең оңтайлы және тиімді болып келетіне көз жетті. Эмоцияны танудың орташа дәлдігі 74,51% құрады, бұл жұмыс басқа алгоритмдердің жұмысынан асып түсті. Алгоритмді толықтай сынау үшін зерттеушілер 13201 роликтен тұратын датасет жинады (барлық роликтер танымал сериялардан алынды), олардың ішінде миллионнан астам жеке кадрлар бөлініп, адамдардың эмоцияларын олар жеке-жеке белгілеп файлға жинады. Жиналған дерекқордан жекеленген эмоциялардың контекстін жазу арқылы нейрондық желіге кодталып салынды [15].

F2ED – бұл адамның бет-әлпеті бейнеленген датасет. Датасет бақылау камераларынан алынған мәліметтер бойынша эмоцияны тану мәселесін шешуге арналған. Әртүрлі позалардағы адамдардың бет бейнелерін күшейту үшін зерттеушілер FaPE-ға әдісін қолданысқа енгізді. Бет эмоцияларын тану (Facial Expression Recognition) психология, медицина, қауіпсіздік және білім беру сияқты салаларда жиі қолданылады.

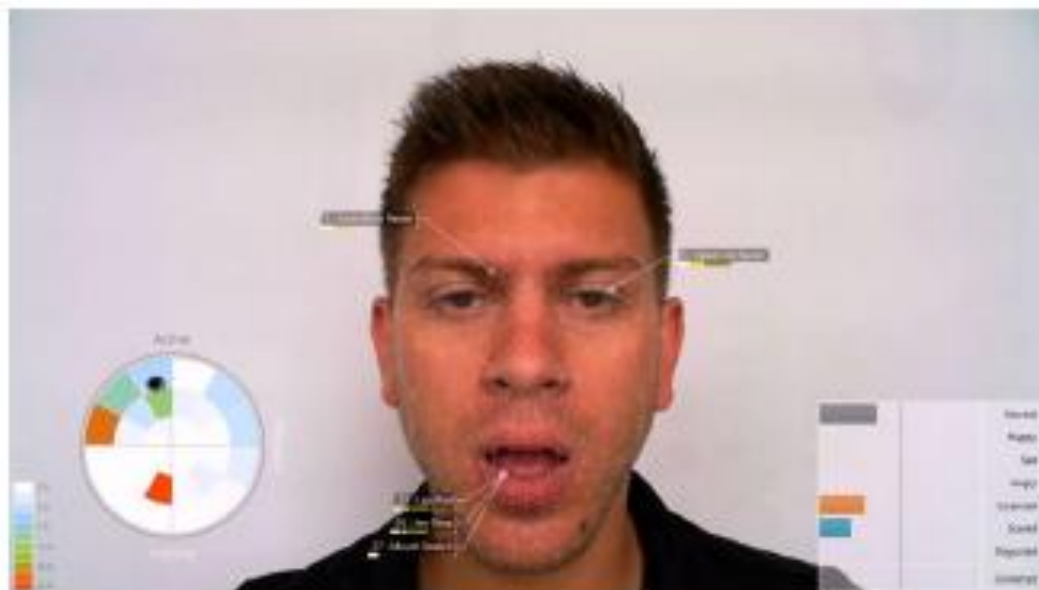


2.2 сурет – Берілген суреттерден көрнектеліген белгілерді датасетке жинау

2.1 FaceReader Noldus Information Technology (Нидерланды)

Бұл жүйенің эмоцияларды бет әлпеті арқылы дұрыс тануға мүмкіндігі бар. Жүйе келесі эмоцияларды, қуанышты, қайғыны, таңдануды, ашуды, қорқынышты, жиіркенішті, бейтараптықты табады. Сонымен қатар, FaceReader (2.3-сурет) адамның жынысын, жасын, нәсілін анықтай алады. Бағдарламалық

жасақтама машиналық оқытусыз және қосымша параметрлерсіз жасалады. Жүйеде компьютерлік көру стандарттары жүзеге асырылады. Атап айтқанда, бет фотосуретіне деформацияланатын үлгіні қоюдан тұратын Active Templates әдісі.



2.3-сурет – Face Reader интерфейсі

Жүйенің артықшылықтары:

- Бұл жүйенің эмоцияны танудың орташа пайызы 89% құрайды, сонымен қатар бетіндегі беттердің бұрылуы мен қисаюына тәуелді емес;
- Бағдарламалық жасақтама MPEG1, MPEG2, DV-AVI, DivX5, DivX4, DivX6 тіркемелері бар көптеген бейне файл пішімдерін қолдайды. Эмоцияны тану кадр бойынша немесе жалпы бейне файлды қарау кезінде орын алады;
- Жүйе тек жүктелген бейнелермен ғана емес, FaceReader статикалық және динамикалық суреттермен де жұмыс істейді, яғни нақты уақыт режимінде пайдаланушының құрылғысының камерасынан деректерді оқудан алынады [17];
- Жүйе келесі визуализация мүмкіндіктеріне ие: диаграммалардың, гистограммалардың болуы, қабаттасқан тор, айқын эмоциялардың пайызы бар.

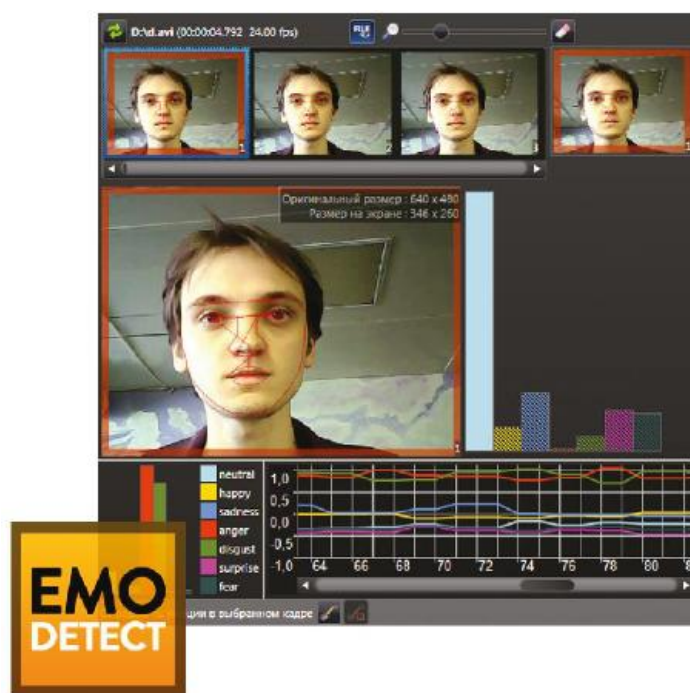
Кемшіліктері:

- 5 жасқа толмаған балалардың бет-әлпетін тану кезінде жас пен эмоцияны анықтау пайызы өте төмендейді;
- Эмоцияны анықтау дәл болмауы мүмкін, адам көзілдірік киген кезде;
- Бағдарламалық жасақтама профилде бетті таба алмайды.

2.2 EmoDetect (Россия, Нейороботикс)

EmosDetect – бұл адамдардың психоэмоционалды жағдайын олардың суреттерінен (бейнеде немесе фотосуретте) анықтауға мүмкіндік беретін

бағдарламалық жасақтама. Берілген эмоционалды жіктеуіш (2.4 сурет) қуаныш, қайғы, тандану, қорқыныш, ашу, жиіркеніш сияқты алты негізгі эмоцияны анықтай алады. Эмоциялар нейрондық желілер арқылы танылады. Бұл келесідей болады, адамның бетінде негізгі нүктелер бар, содан кейін жіктеуіш нүктелердің бір-біріне қатысты орналасуына негізделген тұтас суретті салуы керек. Нейроботикс адам физиологиясы мен жануарлар физиологиясын зерттейтін жүйелерді жүзеге асырады. Жүйе осы білімді пайдаланады, робототехника, биоөңдеу, биомеханика салаларында сенсорлық технологиялар жасайды [18].



2.4-сурет – Emodetect жүйесінің сыртқы интерфейсі

Артықшылығы:

- Шешім заңдарының жүйесі, нейрондық желі және сигналдардың өлшенген санына негізделген классификатор сияқты үш бос регистрмен эмоциялардың спецификациясын шығарады;
- Уақыт бойынша сыналған эмоцияның өзгеру динамикасын сыза алады және бейне файлдарды өңдеу нәтижелері туралы тізімді жасайды;
- Бағдарламаның веб-камерадан бейне файлдарды жазу мүмкіндігі бар;
- Жүйе қолдайтын барлық пішімдерге талдау жасайды.

Кемшілігі:

- Бағдарламалық құрал профильдегі беттерді анықтамайды.

2.3 Face Security (Германия, Cognitec)

Бұл жүйе кіріс деректер ағынын сканерлейді және егер адамдар кадрда болса, ұқсастық (сәйкестік) тұрғысынан дайын дерекқормен салыстырылады. Егер ұқсастық табылса, бағдарлама операторларға хабарлама жібереді, мұның бәрі нақты уақытта болады. Бұл қолданба Еуропа елдерінің қауіпсіздік жүйелерінде, күдікті адамдарды анықтау үшін, қоғамдық орындарда кеңінен қолданылады. Ірі компаниялар маңызды клиенттерді анықтау үшін қолданылады [16]. Қатардағы фирмалар жүйені өз қызметкерлерінің бет-әлпетін анықтау және тану үшін пайдаланады (2.5-сурет), сондай-ақ бейтаныс келушілерді анықтау үшін өз қызметкерлерінің фотосуреттері бар дерекқор пайдаланылады. Бұл қосымша тергеуге, қылмыс орындарындағы адамды фотосуреттегі суреттер мен бейнебақылау бойынша сәйкестендіру арқылы агенттік тізіміндегі адамдардың суреттерін дерекқор базасында табуға болады [19].



2.5-сурет – FaceSecurity жүйесінің интерфейсі

Артықшылығы:

- Жүйе нақты уақыт режимінде жұмыс істейді. Бір уақытта бір деректер ағынында ғана емес, анықталған адамды бақылау мүмкіндігі бар;
- Нақты уақытта сканерлеу кезінде анықталған беттер тізілімге бұрын енгізілген кескіндермен салыстырылады;
- Қозғалмайтын суретпен тіркеу;
- Бейне ағынын қолмен немесе автоматты басқару;
- Үлкейту мүмкіндігі, яғни «басқару регистрінде» масштабтау: саны, өлшемі, бейне ағыны және кескіндегі көрнекті тұлғалардың саны.

Кемшілігі:

- Кәдімгі фронтальды позициядан 15 градустан жоғары ауытқуы бар адамдар үшін есептеу мүмкіндігі жоқ.

3 Құрылғыны жобалау

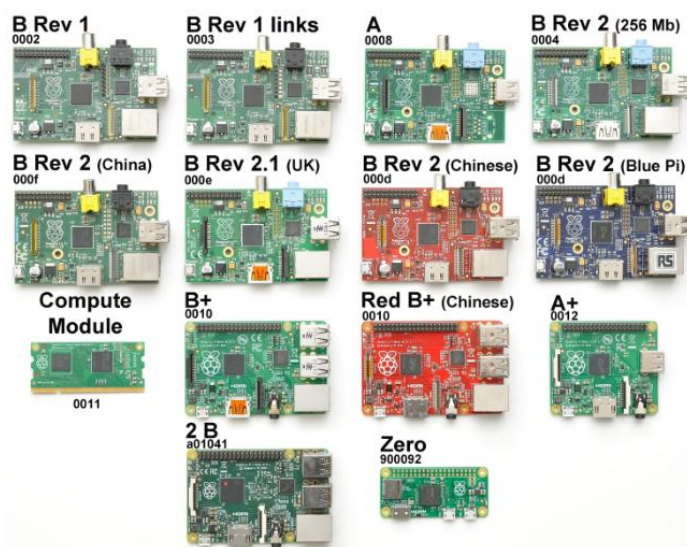
Бұл тарауда сенсорлық сенсорларға негізделген көңіл-күйді анықтауға арналған құрылғыны жобалау процесі егжей-тегжейлі қарастырылады. Онда сіз қолданылатын материалдардың сипаттамасын, схемалық шешімдерді, бағдарламалық жасақтаманы және деректерді өңдеу алгоритмдерін таба аласыз. Бұл тараудың негізгі мақсаты – құрылғының жұмыс принциптерін түсіну және оны іс жүзінде жүзеге асыру үшін қажетті толық ақпарат беру.

3.1 Жобаға қолданылған құрылғылар

Кесте 3.1 – Қолданылғын құрылғылар

Атауы	Спецификациясы
Компьютер тақтасы	Raspberry Pi 3B
Экран	3.5 inch RPi LCD (A), TFT дисплейі
Камера	Raspberry pi camera V2 module

Неліктен тақталы компьютер ішінен Raspberry Pi тақтасына тоқтадым? Ең алдымен Raspberry Pi тақтасымен танысып өтейік (3.1-сурет және 3.1-кесте). Raspberry Pi – бұл бір тақталы компьютер, яғни әдетте бөлек тақталарда орналасқан компьютердің әртүрлі бөліктері бір тақтада көрсетіледі сол себептен бұл тақта біртақталы болып саналады. Сонымен қатар, тақта салыстырмалы түрде басқа тақталарға қарағанда шағын өлшемге ие 8,5 * 5,5 см әрі қолданыс аясы өте кең. Тақтаның өзі үш нұсқада ұсынылады: А, А+, В және В+. Ең танымал моделі В, В+ Ethernet порты бар және USB форматы 2 түрде жүреді. А+ жаңа және ең арзан нұсқасы болып табылады [13].



3.1-сурет – Raspberry Pi тақтасының барлық үлгілері

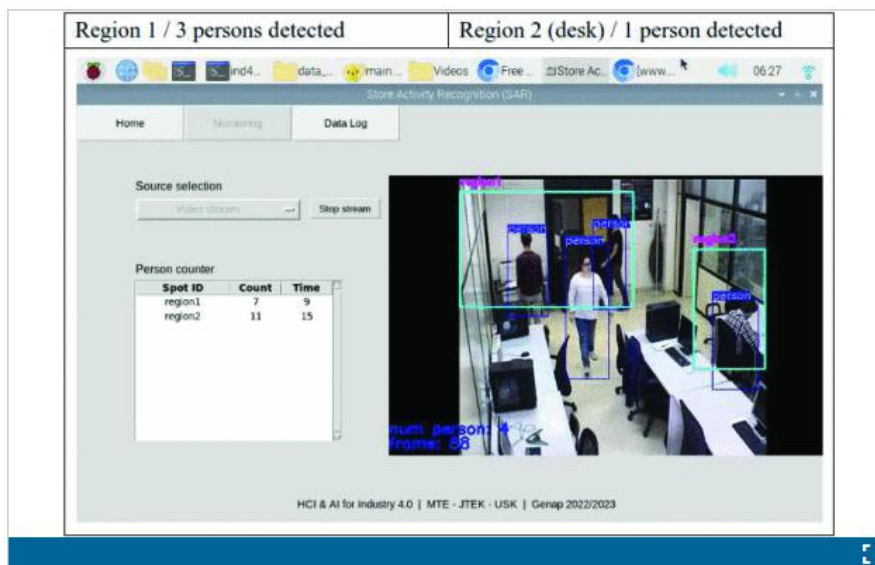
Кесте 3.2 – Raspberry Pi тақталарының түрлері

№	Микроархитектура	Жиілік	ОЗУ	USB	Ethernet	Wi-Fi	Bluetooth
A	ARM1176JZF-S	700 МГц	256МБ	1 порт	Жоқ	Жоқ	Жоқ
A+	ARM1176JZF-S	700 МГц	256МБ	1 порт	Жоқ	Жоқ	Жоқ
B	ARM1176JZF-S	700 МГц	512МБ	2 порт	Бар	Жоқ	Жоқ
B+	ARM1176JZF-S	700 МГц	512МБ	4 порт	Бар	Жоқ	Жоқ
2B	ARM Cortex-A7	900МГц	1 ГБ	4 порт	Бар	Жоқ	Жоқ
3B	Cortex-A53 (ARM v8)	1,2 ГГц	1 ГБ	4 порт	Бар	802.11n	4.1
3B+	Cortex-A53 (ARM v8)	1,4 ГГц	1 ГБ	4 порт	Gigabit через USB2	802.11 ас	4.2
Zero	ARM1176JZF-S	1 ГГц	512 МБ	1 порт	Жоқ	Жоқ	Жоқ

Raspberry Pi платасының бірнеше қолдану аясына тоқталып өтейік. «Клиенттерді талдауға арналған Raspberry Pi платасы арқылы терең оқыту жүйесі» мақаласында біртақталы платаны дерекқор базасымен интеграциялау арқылы тұтынушылардың сұранысы бойынша мәліметті жинастырған. Яғни, қарапайым Raspberry pi жүйесін қолдана отырып супермаркетке келушілерінің санын және тұтынушылардың қай азық-түлікке сұранысы артығырақ екенін анықтап өткен [3,4]. 3.2-суретті қарасаңыз Raspberry pi платасының жүйе экранында камера нысанды және тұтынушылар санын анықтап отырып, оларды сұранысы (аймақ) бойынша дерекқорға есеп жіберуде. Анықтап өтсек, ең алдымен супермаркетке келген тұтынушылар саны жеке есептеліп көрсетілген 1, 2, 3 аймақ бойынша әр адамды бөлек-бөлек есептеліп жиналған дерек жинаққорға келіп түсуде [3,5].

Бір тақталы Raspberry Pi платформасы келесі бір мақалада жынысты анықтау аутентификациясында, әлеуметтік және медиа платформаларында қолданып өткен. Ұсынылған жүйенің артықшылығы әртүрлі бет ерекшеліктерін анықтап қана қоймай, қауіпсіздік үшін Конволюциялық Нейрондық Желіні (CNN) пайдалана отырып идентификация факторы енгізілген. CNN (Конволюционды нейрондық желі) – объектілерді, фотосуреттердегі беттерді жіктеу мен тану, сөйлеуді танудың негізгі құралы. CNN-дің көптеген қосымшалары бар Deep Convolutional Neural Network (DCNN), Region-CNN (R-CNN), Fully Convolutional Neural Networks (FCNN), Mask R-CNN және т.б. сияқты. Біз ең алдымен кескіндерге арналған CNN туралы оқитын боламыз, бірақ «конволюция» әмбебап операция болып табылады және оны кез келген сигналға, мейлі ол сенсорлардан алынған деректер, аудио сигнал немесе суретке болсын, қолдануға болады. Сонымен, бізде суреттегі берілген нысанды бөлектеу міндеті

түр. Мысалы адам көліктің алдында тұрғанын оңай түсінеді және оны мыңдаған кішкентай белгілермен тани алады.



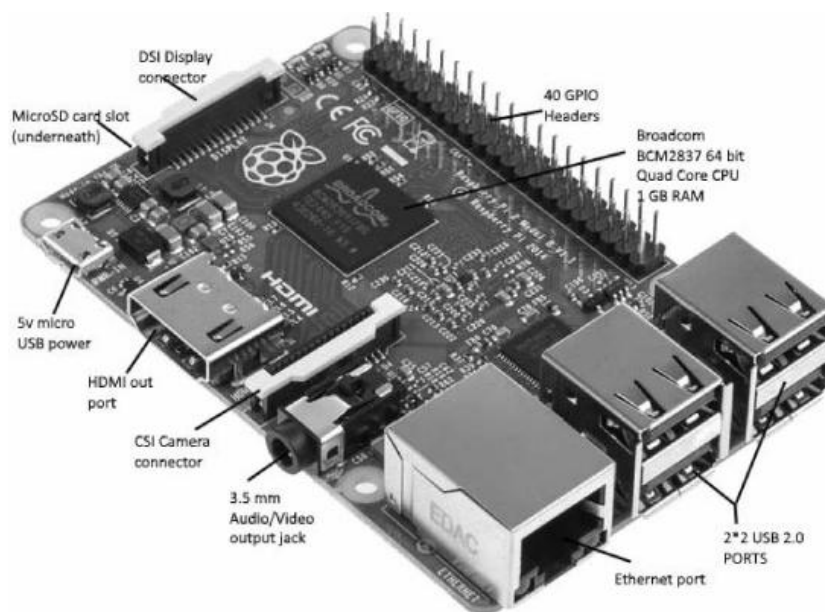
3.2-сурет – Аймақ бойынша жиналған деректер

Бірақ біздің құрылғыны "суреттегі нүктелер жиынтығы – бұл көлік екенін" қалай үйретуге болады? Бұл сұрақтың жауабы: арнайы операцияны қолдану арқылы конволюциялық нейрондық желі - конволюцияның өзі жадта сақталған ақпараттың мөлшерін бір уақытта азайтуға мүмкіндік береді, соның арқасында ол жоғары ажыратымдылықтағы суреттермен жақсы күреседі және суреттің анықтамалық белгілерін, мысалы, жиектерді, контурларды немесе беттерді бөліп көрсетеді. Өңдеудің келесі деңгейінде осы шеттер мен беттерден текстураның қайталанатын фрагменттерін тануға болады, олар одан әрі кескін фрагменттеріне айналуы мүмкін. Негізінде, нейрондық желінің әрбір қабаты өзінің арнайы түрлендіруін пайдаланады (3.3-сурет). Егер бірінші қабаттарда желі "шетді" немесе "беттерді" және т.б. сияқты ұғымдармен жұмыс жасаса, онда "текстурада", "объектілердің бөліктері" ұғымдары қолданылады. Осындай зерттеудің нәтижесінде біз суретті дұрыс жіктей аламыз немесе соңғы қадамда суреттегі қажетті нысанды таңдай аламыз.



3.3-сурет – Тұлғалар мен объектілерді үш өлшемді реконструкциялау

Менің жұмысымда Raspberry Pi 3B моделі қолданылды (3.4-сурет) [6].



3.4-сурет – Raspberry Pi құрылғысының құрылымы

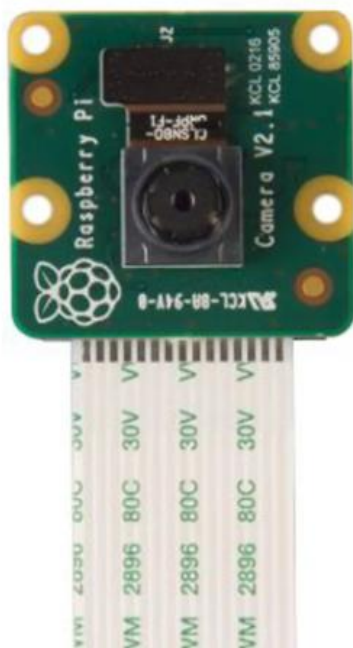
Ең алдымен операционды жүйені платаға жазып алуымыз, керек ол үшін мына құралдар қажет:

1. Raspberry Pi тақтасы;
2. micro USB шығысы және 5V кернеуі бар қуат кабелі, ең аз ток 700 мА (мұндай кабельді планшеттен және басқа гаджеттерден micro USB шығысы бар зарядтағышты пайдалануға болады);
3. USB пернетақтасы;
4. HDMI/RCA / DVI интерфейсі бар монитор немесе теледидар;

5. Бір ұшы RCA немесе HDMI, ал екіншісі мониторға сәйкес келетін кабель;
6. 4 Гб-тан асатын жылдамдығы бойынша төртінші класстан жоғары SD картасы;
7. Интернет қосылған және SD картасын оқу құрылғысы бар кез келген компьютер.

Операционды жүйені Raspbian ОЖ кескінін тікелей SD картасына орнату арқылы жазып алдым, бұл нұсқаның артықшылығы оны қосқаннан кейін бірден пайдалануға болады.

Келесі қолданылған бөлік камера (Raspberry Pi camera module 3.5-суретте көрсетілген) пиксель ажыратымдылығы 2592×1944 пиксель болатын Raspberry Pi камера модулі көрсетілген, ол 15 істікшелі таспа кабелі арқылы арнайы 15 істікшелі камера сериялық интерфейсіне (CSI) қосылады [7]. Ұсынылған камера ең алдымен мына қызметтерді атқару қажет: адамдардың бетін анықтау; бетті тану жүйесі негізінде Raspberry Pi платасында кескінді көрсету; қабылданған ақпарат бойынша нәтижені экранға шығару [8].



3.5-сурет – Raspberry pi camera V2 module

Камераның сипаттамаларына келетін болсақ сенсор түрі: Sony IMX 219 PQ CMOS, $\frac{1}{4}$ дюйм, максималды ажыратымдылығы: 8 Мп (3280×2464), линзаның жарық күші: $f/2$, қолданыла алатын бейне форматтары: 1080p (30fps), 720p (60fps), 640×480 p (90fps).

Камера модулі Raspberry Pi-ге FFC шлейфі арқылы жалғай отыра CSI (Camera Serial Interface) қосқышына қосуға болады. Ары қарай экранымызды осы жобаға қосамыз.

Қолданылған соңғы бөлшек 3.5 inch RPi LCD (A), TFT дисплейі 320×480 px Raspberry Pi үшін резистивті сенсорлық тақтасы бар экран. Бұл экранның

артықшылықтары келесіде: Raspberry Pi тақтасына арнайы арналған, HDMI мониторын баламасы; Raspberry Pi тақтасының кез келген нұсқасымен жұмыс жасайды; Raspberry Pi адам-машина интерфейсі үшін ыңғайлы, портативті қуат көзімен біріктірілген, кез келген жерде кез келген уақытта жұмыс істейді; Raspbian жүйесін операционды жүйе бойынша көтере алады, бейнелерді ойнату (көп форматты, MP4 және т.б. форматтарды қолдайды); фотосуреттерді түрту арқылы түсіру (17 камера режиміне дейін); тінтуірдің пернетақтасы жоқ жүйемен өзара әрекеттесе алады.



3.6-сурет – 3.5 inch RPi LCD (A), TFT дисплейі

3.2 Жобаны бағдарламалау

Жобаны құрастырмас бұрын ең алдымен эмоциялар дерекқорын және құрылғының параметрлерін белгілеп, кодалауымыз керек. Төменде Python арқылы енгізілген кодтар:

```
... 1 import sys
2
3 import cv2
4 import numpy as np
5 from keras.models import load_model
6 from utils.grad_cam import compile_gradient_function
7 from utils.grad_cam import compile_saliency_function
8 from utils.grad_cam import register_gradient
9 from utils.grad_cam import modify_backprop
10 from utils.grad_cam import calculate_guided_gradient_CAM
11 from utils.inference import detect_faces
12 from utils.inference import apply_offsets
13 from utils.inference import load_detection_model
```

3.7-сурет – Адамның эмоцияларының түрлерін енгізу

```

14 from utils.preprocessor import preprocess_input
15 from utils.inference import draw_bounding_box
16 from utils.datasets import get_class_to_arg
17
18 # getting the correct model given the input
19 # task = sys.argv[1]
20 # class_name = sys.argv[2]
21 task = 'emotion'
22 if task == 'gender':
23     model_filename = '../trained_models/gender_models/gender_mini_XCEPTION.21-0.95.hdf5'
24     class_to_arg = get_class_to_arg('imdb')
25     # predicted_class = class_to_arg[class_name]
26     predicted_class = 0
27     offsets = (0, 0)
28 elif task == 'emotion':
29     model_filename = '../trained_models/emotion_models/fer2013_mini_XCEPTION.102-0.66.hdf5'
30     # model_filename = '../trained_models/fer2013_big_XCEPTION.54-0.66.hdf5'
31     class_to_arg = get_class_to_arg('fer2013')
32     # predicted_class = class_to_arg[class_name]
33     predicted_class = 0
34     offsets = (0, 0)
35
36 model = load_model(model_filename, compile=False)
37 gradient_function = compile_gradient_function(model, predicted_class, 'conv2d_7')

```

3.8-сурет – Векторизация принципін енгізу

```

38 register_gradient()
39 guided_model = modify_backprop(model, 'GuidedBackProp', task)
40 saliency_function = compile_saliency_function(guided_model, 'conv2d_7')
41
42 # parameters for loading data and images
43 detection_model_path = '../trained_models/detection_models/haarcascade_frontalface_default.xml'
44 face_detection = load_detection_model(detection_model_path)
45 color = (0, 255, 0)
46
47 # getting input model shapes for inference
48 target_size = model.input_shape[1:3]
49
50 # starting lists for calculating modes
51 emotion_window = []
52
53 # starting video streaming
54 cv2.namedWindow('window_frame')
55 video_capture = cv2.VideoCapture(0)
56 while True:
57     bgr_image = video_capture.read()[1]
58     gray_image = cv2.cvtColor(bgr_image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
59     rgb_image = cv2.cvtColor(bgr_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
60     faces = detect_faces(face_detection, gray_image)
61
62     for face_coordinates in faces:

```

3.9-сурет – Бетті анықтау және қып алу белгілеуін енгізу


```

66     try:
67         gray_face = cv2.resize(gray_face, (target_size))
68     except:
69         continue
70
71     gray_face = preprocess_input(gray_face, True)
72     gray_face = np.expand_dims(gray_face, 0)
73     gray_face = np.expand_dims(gray_face, -1)
74     guided_gradCAM = calculate_guided_gradient_CAM(gray_face,
75                                                    gradient_function, saliency_function)
76     guided_gradCAM = cv2.resize(guided_gradCAM, (x2-x1, y2-y1))
77     try:
78         rgb_guided_gradCAM = np.repeat(guided_gradCAM[:, :, np.newaxis],
79                                       3, axis=2)
80         rgb_image[y1:y2, x1:x2, :] = rgb_guided_gradCAM
81     except:
82         continue
83     draw_bounding_box((x1, y1, x2 - x1, y2 - y1), rgb_image, color)
84     bgr_image = cv2.cvtColor(rgb_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
85     try:
86         cv2.imshow('window_frame', bgr_image)
87     except:
88         continue
89     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
90         break

```

3.10-сурет – Сәйкестік пайыздарын салу және қай эмоцияға жақын екендегін анықтауды енгізу

```

91 pip install deepFace
92 import cv2
93 from deepface import DeepFace
94 import matplotlib.pyplot as plt
95 def verify(img1_path, img2_path):
96     img1= cv2.imread(img1_path)
97     img2= cv2.imread(img2_path)
98     fig = plt.figure(figsize=(10,7))
99     rows=1
100    columns=2
101    fig.add_subplot(rows,columns,1)
102    plt.imshow(img1[:,:,:-1])
103    plt.axis('off')
104    plt.title('First')
105    fig.add_subplot(rows,columns,2)
106    plt.imshow(2img2[:,:,:-1])
107    plt.axis('off')
108    plt.title('Second')
109    plt.show()
110    output = DeepFace.verify(img1_path,img2_path)
111    print(output)
112    verification = output['verified']
113    if verification:
114        print('They are same')
115    else:
116        print('The are not same')

```

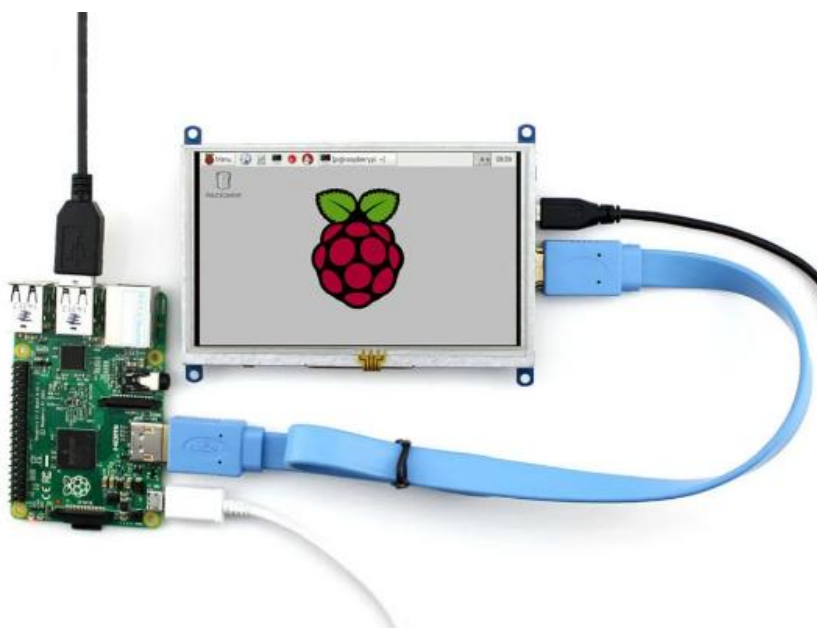
3.11-сурет – Нәтижеде белгіленген бетті көрсетуді енгізу

Құрылғы жасау кезінде дерекқордағы эмоцияларды белгілі ұқсастық проценттеріне қойып оны кодттау болып табылады. Берілген кодттауды мұқият карап өтсеңіз, ішінде `import` арқылы дерекқордан қиылып алған эмоцияларды жеке-жеке әрбір кодттау жолына қойып программаладық.

Программалау тілінің ішінде Python программасы Raspberry Pi платформасымен жақсы үйлескендіктен, осы программалауда тоқтадым. Python программасының ерекшілігі – бұл интернет қосымшаларында, бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуде, деректер ғылымында және машиналық оқытуда (ML) кеңінен қолданылатын бағдарламалау тілі. Python модульдерінің ішінде интеграцияланған даму ортасын IDE-ді таңдадым, өйткені бұл әзірлеушілерге кодты жазуғв, өңдеуге, тестілеу және күйін келтіру құралдарын ұсынатын бағдарламалық жасақтаманың бірі болып табылады.

3.3 Жобаның нәтижесі мен функционалдық қызметі

Төбеде қоладынылған барлық компоненттермен нәтижеде сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірледік, оны 3.12-суреттен байқауға болады.



3.12-сурет – Құрастырылған проектінің сұлбасы



3.13-сурет – Жобаның алдыңғы бейнесі



3.14-сурет – Жобаның артыңғы бейнесі

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты орындау барысында сенсорлық сенсорлардың көмегімен көңіл-күйді анықтауға арналған жүйе жасалды. Зерттеу адамның эмоцияларын талдаудың теориялық негіздерінен бастап, құрылғыны практикалық іске асыруға дейінгі көптеген аспектілерді қамтыды.

Қол жеткізу желілерін дамытудың тұжырымдамаланды. Сандық алгоритмдер индекстедім. Сенсорлы датчиктердің сипаттамаланды. Беттің мимикасын тану қосымшаларының сипаттамаланды. API немесе PyTorch қосымшалары негізінде машина оқыту саласындағы қызметтерді талданды.

Соңғы қолданыстағы сенсорлы датчиктерге әдебиеттік шолу жасадым. Raspberry Pi-де OpenCV кітапханаларымен жұмыс жасадым. Raspberry Pi 3,4 модельдердін талдау және артықшылықтарын қарастырылды. Ұсынылған бөлшектерді біріктіріп, тұтастай құрылғы құрастырылды. Ұсынылған құрылғының практикалық бөлігін құрау үшін Python бағдарламалау тілін қолдану арқылы кодталды.

Осылайша, дипломдық жұмыстың міндеттері сәтті шешілді. Өзірленген құрылғы адамның эмоционалды жағдайын талдаудың тиімді құралы болып табылады, ол медицина, психология және ойын-сауық технологияларын қоса алғанда, әртүрлі салаларда кеңінен қолданыла алады.

Жұмыс сонымен қатар қосымша зерттеулер мен жетілдірулердің болашағын ашады. Атап айтқанда, деректерді өңдеу алгоритмдерін одан әрі жақсартуға, құрылғының функционалдығын кеңейтуге және жүйені әртүрлі қосымшаларда қолдануға бейімдеуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Fan Wu, Taiyang Wu, Mehmet Rasit Yuce, "Design and Implementation of a Wearable Sensor Network System for IoT-Connected Safety and Health Applications" (Published in: 2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT))
- [2] F. Wu, J. Redout and M. R. Yuce, "We-safe: A self-powered wearable iot sensor network for safety applications based on lora", *IEEE Access*, vol. 6, pp. 40 846-40 853, 2018.
- [3] Muhammad Jurej Al Hamdi; Wildan M.; Nizam A.; Teuku A. M.; Jamalur R.; Kahlil M. "A Low-cost Raspberry Pi and Deep Learning System for Customer Analysis" (2023 IEEE 12th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE))
- [4] A. Heredia and G. Barros-gavilanes, "Video processing inside embedded devices using SSD-MobileNet to count mobility actors", *2019 IEEE Colomb. Conf. Appl. Comput. Intell*, pp. 1-6, 2019.
- [5] P. Tripathi and P. Singh, "Object Detection Using Various Camera System", *J. Informatics Electr. Electron. Eng*, vol. 3, no. 1, pp. 1-7, 2022.
- [6] Mitulgiri H. Gauswami; Kiran R. Trivedi, "Implementation of machine learning for gender detection using CNN on raspberry Pi platform" 2018 2nd International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)
- [7] Hanaa Mohsin Ahmed; Rana Talib Rasheed, "A Raspberry PI Real-Time Identification System on Face Recognition" (Published in 2020 1st. Information Technology To Enhance e-learning and Other Application (IT-ELA))
- [8] A. Munir, S.K. Ehsan, S.M. Raza and M. Mudassir, "Face and Speech Recognition Based Smart Home", *In 2019 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)*, pp. 1-5, 2019, February.
- [9] Dhairya Parikh "Raspberry Pi and MQTT Essentials: A complete guide to helping you build innovative full-scale prototype projects using Raspberry Pi and MQTT protocol" **Electronic ISBN:9781803238395** Published: 16th September 2022. Publisher: Packt Publishing
- [10] Douglas Karr Заттар интернеті: IoT дегеніміз не? IoT қазір және болашақта тұтынушылар тәжірибесін қалай дамытады? Published: 29th March 2023
- [11] Айдархан С. “Заттар интернетінің перспективалары мен әлсіз тұстары” 31 қазан 2020 ж. <https://martebe.kz/zattar-internetini-perspektivalary-men-l-siz-t-stary/>
- [12] Ускенбаева, С. М. Заттар интернетінің өнеркәсіптік өсуі мен дамуы және олардың мәселелері / С. М. Ускенбаева, Ж. Д. Тобаберген. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 4 (346). — С. 467-475. — URL: <https://moluch.ru/archive/346/77835/> (дата обращения: 17.04.2024).
- [13] My Raspberry PI (онлайн портал обучение для управление электроприборами через плату)/ <https://myraspberrypi.ru/vse-modeli-raspberrypi.html>

[14] ООО «ВИДЕОГЛАЗ ЦЕНТР» 101000, Россия, Москва, <https://videoglaz.ru/blog/sistemy-raspoznavaniya-lic-kak-ustroeny-i-gde-primenyayutsya>

[15] Gaind, B. Emotion Detection and Analysis on Social Media / B. Gaind, V. Syal, S. Padgalwar // Global Journal of Engineering Science and Researches (ICRT CET-18). 2019. – P. 78-89.

[16] Batlett M.S., Haget J.C, Ekman P., Sejnowskie T.J. Measuring facial expressions by computer image analysis // Cambridge University Press. publ., 2000, p. 254–265.

[17] Lu X., Jain A. K. Deformation modeling for robust face matching // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2011, Vol. 30, No. 8, p. 1347–1358.

[18] Lucey P., Cohn J. F., Kanade T., Saragih J., Ambadars Z., Matthew I. The Ex-tended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete expression dataset for action unit and emotion-specified expression // Proc. of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition-Workshops, IEEE, 2011, p. 95–102.

[19] Системы видеонаблюдения URL: [http://www.vocord.ru/company/VOCORD system](http://www.vocord.ru/company/VOCORD_system) (Дата обращения 15.09.2016)

[20] <http://www.psyworld.ru/for-students/cards/general-psychology/208-2008-08-29-13-42-34.html>

[21] https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/7671/36/Конспект%20лекций%208_.pdf

[22] [http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v9\(1-4\)/volchenkov-135-156.pdf](http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v9(1-4)/volchenkov-135-156.pdf)

[23] Turk M., Pentland A. Eigenfaces for recognition // Journal of Cognitive Science. 1991. P. 71–86.

[24] [https://informburo.kz/novosti/razlicaet-daze-detali-odezdy-kak-i-cto-vidyat-novye-kamery-sergek#:~:text=Как%20и%20что%20видят%20новые%20камеры%20"Сергек"%3F,-19%20марта%202024&text=Эти%20камеры%20предназначены%20для%20работы,Kolesa.kz%20компания%20Sergek%20Group.](https://informburo.kz/novosti/razlicaet-daze-detali-odezdy-kak-i-cto-vidyat-novye-kamery-sergek#:~:text=Как%20и%20что%20видят%20новые%20камеры%20)

ҚОСЫМША

```
1 import sys
2
3 import cv2
4 import numpy as np
5 from keras.models import load_model
6 from utils.grad_cam import compile_gradient_function
7 from utils.grad_cam import compile_saliency_function
8 from utils.grad_cam import register_gradient
9 from utils.grad_cam import modify_backprop
10 from utils.grad_cam import calculate_guided_gradient_CAM
11 from utils.inference import detect_faces
12 from utils.inference import apply_offsets
13 from utils.inference import load_detection_model
14 from utils.preprocessor import preprocess_input
15 from utils.inference import draw_bounding_box
16 from utils.datasets import get_class_to_arg
17
18 # getting the correct model given the input
19 # task = sys.argv[1]
20 # class_name = sys.argv[2]
21 task = 'emotion'
22 if task == 'gender':
23     model_filename = '../trained_models/gender_models/gender_mini_XCEPTION.21-0.95.hdf5'
24     class_to_arg = get_class_to_arg('imdb')
25     # predicted_class = class_to_arg[class_name]
26     predicted_class = 0
27     offsets = (0, 0)
28 elif task == 'emotion':
29     model_filename = '../trained_models/emotion_models/fer2013_mini_XCEPTION.102-0.66.hdf5'
30     # model_filename = '../trained_models/fer2013_big_XCEPTION.54-0.66.hdf5'
31     class_to_arg = get_class_to_arg('fer2013')
32     # predicted_class = class_to_arg[class_name]
33     predicted_class = 0
34     offsets = (0, 0)
35
36 model = load_model(model_filename, compile=False)
37 gradient_function = compile_gradient_function(model, predicted_class, 'conv2d_7')
```

```

38 register_gradient()
39 guided_model = modify_backprop(model, 'GuidedBackProp', task)
40 saliency_function = compile_saliency_function(guided_model, 'conv2d_7')
41
42 # parameters for loading data and images
43 detection_model_path = '../trained_models/detection_models/haarcascade_frontalface_default.xml'
44 face_detection = load_detection_model(detection_model_path)
45 color = (0, 255, 0)
46
47 # getting input model shapes for inference
48 target_size = model.input_shape[1:3]
49
50 # starting lists for calculating modes
51 emotion_window = []
52
53 # starting video streaming
54 cv2.namedWindow('window_frame')
55 video_capture = cv2.VideoCapture(0)
56 while True:
57     bgr_image = video_capture.read()[1]
58     gray_image = cv2.cvtColor(bgr_image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
59     rgb_image = cv2.cvtColor(bgr_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
60     faces = detect_faces(face_detection, gray_image)
61
62     for face_coordinates in faces:
63         try:
64             gray_face = cv2.resize(gray_image, (target_size))
65         except:
66             continue
67
68         gray_face = preprocess_input(gray_face, True)
69         gray_face = np.expand_dims(gray_face, 0)
70         gray_face = np.expand_dims(gray_face, -1)
71         guided_gradCAM = calculate_guided_gradient_CAM(gray_face,
72                                                         gradient_function, saliency_function)
73         guided_gradCAM = cv2.resize(guided_gradCAM, (x2-x1, y2-y1))
74         try:
75             rgb_guided_gradCAM = np.repeat(guided_gradCAM[:, :, np.newaxis],
76                                           3, axis=2)
77             rgb_image[y1:y2, x1:x2, :] = rgb_guided_gradCAM
78         except:
79             continue
80         draw_bounding_box((x1, y1, x2 - x1, y2 - y1), rgb_image, color)
81     bgr_image = cv2.cvtColor(rgb_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
82     try:
83         cv2.imshow('window_frame', bgr_image)
84     except:
85         continue
86     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
87         break

```

```

91 pip install deepFace
92 import cv2
93 from deepface import DeepFace
94 import matplotlib.pyplot as plt
95 def verify(img1_path, img2_path):
96     img1= cv2.imread(img1_path)
97     img2= cv2.imread(img2_path)
98     fig = plt.figure(figsize=(10,7))
99     rows=1
100    columns=2
101    fig.add_subplot(rows,columns,1)
102    plt.imshow(img1[:,:,:-1])
103    plt.axis('off')
104    plt.title('First')
105    fig.add_subplot(rows,columns,2)
106    plt.imshow(2img2[:,:,:-1])
107    plt.axis('off')
108    plt.title('Second')
109    plt.show()
110    output = DeepFace.verify(img1_path,img2_path)
111    print(output)
112    verification = output['verified']
113    if verification:
114        print('They are same')
115    else:
116        print('The are not same')

```


ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ
дипломдық жұмысқа

Мырзабай Аруна Қайратқызы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғын әзірлеу

Студент ұсынған «Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғын әзірлеу» дипломдық жобасы озық технологияларды пайдалана отырып, адам эмоцияларын талдауға және түсіндіруге инновациялық тәсіл болып табылады.

Жоба көңіл-күйді зерттеудің психологиялық аспектілерін терең түсінуді және оны сенсорлық датчиктер арқылы өлшеуге креативті көзқарасты көрсетеді. Көңіл-күйді анықтайтын құрылғыны жасау идеясы адамның эмоционалды жағдайына бейімделе алатын интеллектуалды жүйелерді құруға бағытталған маңызды қадам болып табылады.

Жоба ұйымдастырудың жоғары деңгейімен және техникалық құзыреттілікпен орындалды. Сенсорлық сенсорларды таңдау және оларды біріктіру әдістері туралы дәлелдер нақты және негізделген болды. Сонымен қатар, студент құрылғының прототипін сәтті жүзеге асырды және оның тиімділігін тексеру үшін эксперименттер жүргізді.

Жобаны одан әрі дамыту үшін көңіл-күйді анықтау дәлдігін жақсарту, құрылғының функционалдығын кеңейту және оны медицина, психология, білім беру және болашақ технологиялар сияқты әртүрлі салаларда қолдану мүмкіндіктері қарастырылуы мүмкін.

Тұтастай алғанда, жоба жоғары бағалауға лайық және адам эмоцияларын талдау саласының дамуына маңызды үлес болып табылады. Студент/студент осы салада табысты дамуды жалғастыратынына және ғылыми және практикалық қоғамдастыққа одан әрі үлес қосатынына сенімдімін.

Студент, Мырзабай Аруна Қайратқызы дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/A/ өте жақсы» деп бағаланды, ал **Мырзабай Аруна Қайратқызын** 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф. аға оқытушы,
техника ғылымдарының магистрі
_____ Марксұлы С.

« 17 » _____ 05 2024 ж.

Дипломдық жобаға
РЕЦЕНЗИЯ

Мырзабай Аруна Қайратқызы

6B06201 Телекоммуникация

Тақырыбына: «Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғын әзірлеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 17 парақ;

б) түсініктеме 58 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

«Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғын әзірлеу» тақырыбындағы дипломдық жоба заманауи технологияларды пайдалана отырып, адам эмоцияларын талдауға инновациялық тәсіл болып табылады. Студент сенсорлық сенсорлар арқылы жиналған деректерге сүйене отырып, адамның көңіл-күйін анықтаудың тиімді шешімін ұсынады.

Бұл жобаның басты артықшылықтарының бірі-оның психология, медицина және ойын-сауық саласындағы әлеуеті. Физиологиялық көрсеткіштер негізінде адамның көңіл-күйін анықтай алатын құрылғы психикалық жағдайды бақылаудың, стрессті басқарудың және өмір сапасын жақсартудың пайдалы құралы бола алады.

Жобада сенсорлық сенсорларды пайдалану көңіл-күйді анықтаудың жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ететінін ескеру маңызды. Бұл зертханалық жағдайда да, күнделікті өмірде де қолдануға болатын эмоцияларды талдаудың тиімді жүйесін құруға мүмкіндік береді.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға «өте жақсы» (98%) деген баға, ал студент Мырзабай Аруна Қайратқызын 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне лайықты деп санаймын.

Рецензент:

М.Тынштыбаев атындағы АЛТ университеті,
PhD, «Ақпараттық және коммуникациялық
Технологиялар» кафедрасының меңгерушісі

Д.Т. Касымова

«29» 2024 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мырзабай Аруна Қайратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірлеу

Научный руководитель: Сұңғат Марқсұлы

Коэффициент Подобия 1: 6.5

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 12

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 3

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-05-28

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мырзабай Аруна Қайратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірлеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 6.5

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 12

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 3

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-05-28

Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Мырзабай Аруна Қайратқызы

Тақырыбы: Сенсорлы датчиктер көмегімен көңіл күйді анықтауға арналған құрылғыны әзірлеу

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.6

Дәйексөз (35): 1.5

Әріптерді ауыстыру: 7

Аралықтар: 3

Шағын кеңістіктер: 12

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2024-05-28

Күні

Кафедра меңгерушісі

