

Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Sensors 2022, 22, 6621. T

<https://doi.org/10.3390/s22176621> <https://www.mdpi.com/journal/sensors>

Sensors 78% Q1 Sensors 78% Q1 (Web of Science-68%, Scopus -78%) (соавторстве Nurzada Amangeldy, Saule Kudubayev, Akmaral Kassymova, Ardak Karipzhanova, Bibigul Razakhova)

11. Sokolov VV Computing and information technologies. Development of mobile applications. Tutorial. Moscow: Yurayt 2016. 176 p.

12. <https://kazteleport.kz/news/it-infrastruktura-chto-eto-takoe-dlya-chego-nuzhna-i-kak-ona-rabotaet/>

13. <https://habr.com/ru/post/684902/>

14. <https://kk.wikipedia.org/wiki/>

15. <https://www.alseco.kz/kk/oiti>

БЛАГОДАРНОСТЬ

Эта публикация является результатом реализации проекта Erasmus+ «Передовой центр для докторантов и молодых исследователей в области информатики» (ACeSYRI), регистрационный номер 610166-EPP-1-2019-1-SK-EPPKA2-CBHE-JP.

ӨОЖ 004.81

FTAXP 28.23.24

Бекенова Сандугаш Сагиндиковна, техника ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0001-7707-5623>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан, 51, Қазақстан, sandu79@mail.ru

Бекенова Анаргүль Сагиндиковна, техника ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0002-2010-1488>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан, 51, Қазақстан, inabat.77@mail.ru

Муталова Жазира Саткановна, техника ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5978>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық – техникалық университеті» КеАҚ, Орал қаласы, Жәңгір хан 51, Қазақстан, zhazira77@mail.ru

Bekenova Sandugash Sagindikovna, master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0001-7707-5623>, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, sandu79@mail.ru

Bekenova Anargul Sagindikovna, master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2010-1488>, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, inabat.77@mail.ru

Mutalova Zhazira Satkanovna, master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5978>, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, zhazira77@mail.ru

АДАМНЫҢ МИМИКАСЫ БОЙЫНША ЭМОЦИЯНЫ ТАҢУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ ANALYSIS OF EMOTION RECOGNITION SYSTEMS BASED ON HUMAN FACIAL EXPRESSIONS

ТҮЙІН

Бұл жұмыстың мақсаты - адамның мимикасы бойынша эмоцияны тану жүйелерінің әдістерін талдау. Адамның эмоцияларын мимика арқылы тану - компьютерлік көру, жасанды интеллект, медицина, психология және қауіпсіздік сияқты көптеген салалар мен пәндерді қамтитын маңызды зерттеу мәселесі.

Эмоциялардың көрінісі мен талдауынсыз адамдар арасындағы толық қарым-қатынас мүмкін емес. Эмоцияны тану мәселесін адам қызметінің әртүрлі салаларында қолданылатын жүйелерде шешуге болады. Сондықтан қазіргі уақытта адам-машина заманауи жүйелерін құру кезінде эмоцияларды автоматты түрде тану әдістерін қолдану маңызды болып табылады.

Мақалады «эмоция» ұғымы анықталып, ғалымдар еңбектері негізінде негізгі эмоциялар қарастырылады. Бет әлпетінің деректер қоры мен бет әлпетіндегі эмоцияларды тану әдістеріне аналитикалық шолу беріледі, оған алдын ала өңдеу, ерекшеліктерді шығару және жіктеу сияқты кескінді талдаудың үш негізгі кезеңі кіреді. Нейрондық желілерді пайдалана отырып, терең оқытуға негізделген, классикалық, сөйлеуді бағалау тәсілдері ұсынылады, оларға салыстырмалы талдау жасалады. Көптеген эксперименттерге қарамастан, бет әлпетін тану алгоритмдерінің дәлдігі әртүрлі параметрлер үшін әлі де жеткілікті жоғары емес, сондықтан әмбебап алгоритмді құру міндеті өзекті екені көрсетіледі.

ANNOTATION

The purpose of this work is to analyze the methods of emotion recognition systems based on human facial expressions. Recognizing human emotions through facial expressions is an important research problem that spans many fields and disciplines, such as computer vision, artificial intelligence, medicine, psychology, and security.

Complete communication between people is impossible without the expression and analysis of emotions. The problem of emotion recognition can be solved in systems used in various fields of human activity. Therefore, it is important to use methods of automatic recognition of emotions when creating modern human-machine systems.

The article defines the concept of "emotion" and considers the main emotions based on the works of scientists. An analytical overview of facial expression databases and facial emotion recognition methods is given, including three main stages of image analysis, such as preprocessing, feature extraction, and classification. Classical speech evaluation methods based on deep learning using neural networks are presented and compared. Despite many experiments, the accuracy of face recognition algorithms is still not high enough for various settings, so it is shown that the task of creating a universal algorithm is urgent.

Кілт сөздер: эмоция, когнитивтік ғылым, эмоцияны тану әдістері, адам мимикасы, машиналық жіктеу, сандық кескінді өңдеу, терең нейрондық желілер, жіктеу

Key words: emotion, cognitive science, emotion recognition methods, human facial expressions, machine classification, digital image processing, deep neural networks, classification

Кіріспе. Эмоцияны тану – жасанды интеллект саласындағы өзекті тақырып. Эмоцияны тану мәселесін адам қызметінің әртүрлі салаларында қолданылатын жүйелерде шешуге болады.

Қолданудың ең маңызды бағыттары: жүргізушінің күйін тану, криминалистика, маркетингтік зерттеулер, адам мен машинаның өзара әрекеттесуі, қауіпсіздік жүйелері және виртуалды шындық, көптеген аналитикалық жүйелер, робототехника, онлайн оқыту және т.б. Бұл сондай-ақ когнитивті мінез-құлық терапиясына да қатысты, ол үнемі эмоционалды күйзеліске ұшырайтын науқастардағы мазасыздық бұзылыстарымен айналысады.

Банк үшін клиенттердің эмоционалдық жағдайын талдау өнімдерді сатуды арттыруға, қызметтерді объективті бағалауға, ал қызметкерлердің эмоцияларын талдау бизнес-процестердің проблемаларын анықтауға, жүйені басқарудағы теріс шешімдердің алдын алуға көмектеседі. Сондықтан мұндай технологияларды пайдалану өте өзекті және перспективалы болып табылады.

Деректер мен машиналық оқыту әлемінде бұл концепция когнитивті жүйелер тұжырымдамасына жатады. Бүгінгі күні адамның эмоцияларын мимика арқылы автоматты түрде тануға қабілетті алгоритмдердің саны көп [1-5].

Эмоцияларды тану алгоритмі нақты оқыту деректері негізінде (адамдардың суреттері немесе бейнелері түрінде) адамның когнитивті процесін жаңғырту және осы деректерде бар эмоцияларды сегменттеуге тырысуды білдіреді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Мақалада мимикалық деректер қорының қысқаша шолуы беріледі. Адам мимикасы арқылы эмоцияны тану үшін қолданылатын белгілерді алдын

ала өңдеу, алу және жіктеу әдістері қарастырылады. Қолданыстағы кейбір алгоритмдердің заманауи нәтижелері, сонымен қатар бет әлпетін тану әдістерін салыстыру ұсынылған.

Нәтижелер және оларды талдау. Эмоция - бұл белгілі бір уақытта бар немесе мүмкін жағдайларға, қоршаған әлемге және өзіне субъективті бағалау қатынасын көрсететін психикалық процестердің ерекше түрі. Эмоцияларды дауыс, мимика, қозғалыс, поза және вегетативті реакциялар арқылы білдіруге болады, әйтсе де адамның бет-бейнесінің ең үлкен маңызы зор.

Адамның эмоционалдық күйі адамның бет-әлпетімен дәл сипатталады. Эмоция 55% мимикадан, 38% дауыс интонациясынан және 7% ауызекі сөздерден тұратыны дәлелденген. Мимикалық микроөрнектер адам саналы немесе бейсаналық түрде жасыруға тырысатын ақпаратты көрсетуге қабілетті. Сондай-ақ адамның бет-әлпетіндегі негізгі эмоциялардың көрінісі адамның жынысына, нәсіліне, мәдениетіне немесе жасына байланысты емес екендігі анықталды.

Өртүрлі зерттеушілер негізгі эмоциялардың саны мен түрлерін әртүрлі ажыратады. Профессор Экман 6 негізгі эмоцияны (ашу, қорқыныш, жиіркеніш, таңданыс, қайғы және қуаныш), Роберт Плутчиктің психоэволюциялық теориясы 8 негізгі эмоцияны (мақұлдау, ашулану, күту, жиіркеніш, қуаныш, қорқыныш, қайғы, таңдану) және Дж. Грей – 3 негізгі эмоцияны анықтайды. Мауэрдің пікірінше, тек екі негізгі эмоция туралы айту керек: ауырсыну және рахат сезімі.

Бет әлпетінен эмоцияларды тану - күрделі психикалық процесс. Адам басқа адамды бет-әлпетінен, тіпті жүрісінен де оңай тани алады, адам үшін басқа адамның эмоциясын тану табиғи түрде қалыптасқан дағды, бірақ компьютерлік жүйе үшін бұл тапсырма қарапайым емес. Бірақ тіпті адамның өзі де әрқашан эмоцияны тануда қателесіп жатады, ал оның қасында автоматты тану жүйесі үшін бұл тапсырма әлдеқайда қиын екені сөзсіз.

Есептеу жүйелері тұрғысынан когнитивті ғылым адам миында болып жатқан ғылыми процестерді зерттейді. Ол білім теориясын, когнитивтік психологияны, нейрофизиологияны, когнитивтік лингвистиканы, вербалды емес коммуникацияны және жасанды интеллект теориясын біріктіретін пәнаралық ғылыми бағытты білдіреді.

Когнитивті ғылымның мақсаты - сабақтас пәндерден алынған нәтижелер мен әдістемелердің толық спектрін пайдалана отырып, адам интеллектісін түсіну және модельдеу. Адам интеллектінің біліміне негізделген компьютерлік жүйелерді құру арқылы машиналар оқуға еліктеп, адамға ұқсас интеллектуалды мінез-құлықты дамыта алады деп болжануда.

Когнитивтік ғылым талдаудың үш түрлі деңгейінде жұмыс істейді:

1. Есептеу теориясы: бұл деңгейде талдау мақсаттары анықталады және компьютерлік жүйеге беріледі. Бұл сөйлеуге еліктеу немесе эмоцияны тану болуы мүмкін.

2. Бейнелеу және алгоритмдер: жалпы алғанда, оқу кезеңі болып табылады. Бұл жерде машинаға мінсіз енгізу және шығару сценарийлері ұсынылады және кірісті шығысқа түрлендіруге жауап беретін алгоритмдер әрекетке енгізіледі.

3. Аппараттық құралдарды іске асыру: бұл когнитивтік ғылымның соңғы кезеңі. Бұл нақты әлемде алгоритмді жүзеге асыру және адам миын зерттеуге қатысты оның одан әрі даму траекториясын талдау.

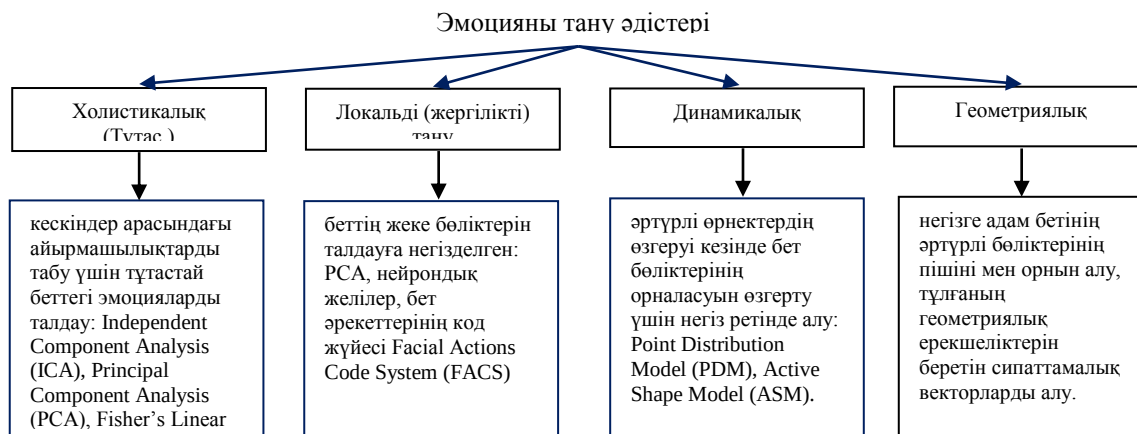
Эмоцияларды автоматты түрде тануға алғашқы қадамды 1978 жылы М.Сува жасады. Сува мен оның әріптестері жиырма бақылау нүктесін қолданатын кескіндер тізбегінен мимиканы талдау жүйесін ұсынды. Сол кезде де зерттеушілер эмоцияны автоматты түрде танымайынша компьютерлер пайдаланушылардың эмоционалдық жағдайына жауап бермейтінін түсінді.

Адамның эмоционалдық күйін танудың кейбір жүйелеріне қысқаша сипаттама 1-кестеде көрсетілген:

Кесте 1 – Адамның эмоционалдық күйін тану

<i>Адамның эмоционалдық күйін тану жүйесі</i>	<i>Сипаттама</i>
FaceReader Noldus Information Technology (Нидерланды)	Бұл жүйенің мимика арқылы эмоцияларды дұрыс тануға мүмкіндігі бар. Жүйе келесі эмоцияларды, қуаныш, мұң, таңданыс, ашу, қорқыныш, жиіркенішті, бейтараптықты табады. Сонымен қатар, FaceReader адамның жынысын, жасын, нәсілін анықтай алады.
EmoDetect (Россия, Нейроботикс)	EmosDetect — адамдардың психоэмоционалдық жағдайын олардың суреттері (бейне немесе фото) арқылы анықтауға мүмкіндік беретін бағдарламалық құрал. Бұл эмоционалдық классификатор қуаныш, қайғы, таңданыс, қорқыныш, ашу, жиіркеніш сияқты алты негізгі эмоцияны анықтай алады. Эмоциялар нейрондық желілер арқылы танылады.
Face Security (Германия, Cognitec)	Бұл жүйе кіріс деректер ағынын сканерлейді және кадрда беттер болса, ұқсастықтар (сәйкестіктер) бойынша дайын деректер базасымен салыстырылады. Ұқсастық табылған жағдайда, қолданба операторларға хабарлама жібереді, мұның бәрі нақты уақыт режимінде болады. Бұл қосымша Еуропа елдерінің қауіпсіздік жүйелерінде, қоғамдық орындарда күдікті адамдарды анықтау үшін кеңінен қолданылады. Ірі компаниялар маңызды тұтынушыларды анықтау үшін қолданылады.
Microsoft Oxford Project Emotion Recognition (США, Microsoft)	Эмоцияларды тану жүйесінің жұмыс істеу принципі жоғарыда аталған жүйелерге ұқсас: машиналық алгоритмдерді пайдалана отырып, жүйе кіріс кескінде беттердің болуын талдайды, содан кейін ол адамның болжамды эмоцияларын мимика арқылы анықтайды.
eMotion Software	Жүйе Нидерландыда Visual Recognition арқылы жүзеге асырылды. eMotion Software — бұл Леонардо да Винчидің «Мона Лиза» шедевріндегі эмоцияларды анықтаумен танымал болған жүйе. Нәтижесінде Мона Лиза 83% бақытты, 9% жиіркенішті, 6% қорқыныш, 2% ашулы болды. Сондай-ақ, қосымша танымал, себебі ол бірінші коммерциялық қосымша болып табылады және ақылы «қорапты» шешім болып табылады. Осы шешімге байланысты құрылтайшы топ GladsOrSad.com веб-ресурсын іске қосты. Визуалды тану жүйесі онлайн эмоцияларды анықтауға арналған порталды ашуда жетекші орын алды.

Эмоцияны тану әдістері холистикалық(тұтас), локальді(жергілікті) тану, динамикалық, геометриялық деп аталатын төрт үлкен класқа біріктірілген.(1-сурет) Холистикалық(тұтас) тану әдістері бейнелер арасындағы айырмашылықтарды табу үшін тұтастай тұлғадағы эмоцияларды талдайды: тәуелсіз құрамдас талдау (ICA), негізгі компоненттер талдауы (PCA), Фишердің сызықтық дискриминанттары, жасырын Марков үлгілері, кластерлік талдау. Локальді(жергілікті) тану әдістері тұлғаның жеке бөліктерін талдауға негізделген: PCA, Neural networks, Facial Actions Code System (FACS). Танудың динамикалық әдістері әртүрлі өрнектерді өзгерту кезінде бет бөліктерінің орналасуын өзгертуге негізделген: нүктелік таралу үлгісі (PDM), белсенді пішін үлгісі (ASM). Геометриялық әдістер тұлғаның геометриялық белгілерін беретін сипатты векторларды алу үшін тұлғаның әртүрлі бөліктерінің пішіні мен орнын негізге алады.



Сурет 1 - Эмоцияны тану әдістері

Адам мимикасы бойынша эмоциясын танудың қазіргі жүйелері келесі негізгі қадамдарды қамтиды:

- I. Кескінді алдын ала өңдеу;
- II. Көрнекі белгілерді шығару;
- III. Эмоцияларды жіктеу.

I. Кескінді алдын ала өңдеу

Кескінді алдын ала өңдеу бет әлпетіне қатысты деректердің жоқтығы, класс ішіндегі айырмашылықтар мен класс аралық ұқсастықтар, бет келбетіндегі кішігірім өзгерістер, бас қалпын өзгерту, жарықтандыру сияқты мәселелерді шешуге көмектеседі, сонымен қатар бет әлпетін тану жүйелерінің дәлдігін арттырады. Кескінді алдын ала өңдеу келесі қадамдарды қамтуы мүмкін:

1. Бет аймағын локализациялау кескіндегі бет өлшемі мен орнын анықтауға мүмкіндік береді. Ең жиі қолданылатын локализация әдістері:

- ✓ Виола-Джонс (VJ) әдісі;
- ✓ Бір реттік көп қорапты детектор (SSD);
- ✓ бағытталған градиенттердің гистограммасы (HOG);
- ✓ Max margin object detection (MMOD).

2. Беттің табылған аймағын қию және масштабтау бет аймағын локализациялау әдістерімен алынған координаттарға сәйкес жүзеге асырылады. Беттің табылған аймақтарының өлшемдері әртүрлі болғандықтан, кескінді масштабтау керек, яғни барлық кескіндерді бірдей ажыратымдылыққа жеткізу керек. Бұл тапсырмалар үшін қолданылады:

- ✓ Бессель тандауы (Bessel's correction);
- ✓ Гаусс таралуы (Gaussian distribution).

3. Бет-әлпетті туралау класс ішіндегі айырмашылықтарды азайтады. Мәселен, әрбір бет әлпетінде түс компоненттеріне немесе беттің ең ақпаратты аймақтарына (мысалы, маңдай, көз) бөлінген тірек кескін таңдалады, қалған кескіндер соған қатысты тураланады. Бұл тапсырма үшін келесі әдістер қолданылады:

✓ Объектілерді масштабты-инвариантты түрлендіру (Scale-invariant feature transform, SIFT);

- ✓ қызығушылық аймақтары (Region of interest, ROI).

4. Контрасты реттеу кескіндерді тегістейді, шуды азайтады, бет контрастын және қанықтылықты жақсартады, мысалы, жарықтандыру мәселелерін шеше алады. Контрасты реттеу әдістері:

- ✓ гистограмманы теңестіру (Histogram equalization, HE);
- ✓ сызықтық контрасты созу (Linear contrast stretching).

II. Көрнекі белгілерді шығару

Бет әлпетін танудағы келесі қадам - көрнекі белгілерді шығару. Бұл кезеңде одан әрі өңдеу үшін ең ақпаратты болып табылатын элементтер табылады. Орындалатын функцияларға байланысты ақпараттық көрнекі белгілерді алу әдістері бірнеше негізгі түрлерге бөлінеді:

1. Геометриялық нысанға негізделген әдістер

Геометриялық нысанға негізделген әдістер ауыз, мұрын, қас және басқа заттар сияқты геометриялық нысандар туралы ақпаратты алуға және олардың орнын анықтауға мүмкіндік береді. Геометриялық объектілер және олардың орналасуы туралы мәліметтерге ие бола отырып, объектілер арасындағы қашықтықты есептеуге болады; алынған қашықтықтар мен объектілердің орналасу координаттары эмоцияларды одан әрі жіктеудің белгілері болып табылады:

- ✓ LEM
- ✓ ASM
- ✓ AAM
- ✓ HOG
- ✓ анықталмаған мүшелік функциялар
- ✓ SIFT
- ✓ Курвлет-түрлендіру

2. Сыртқы көрініс үлгілеріне негізделген әдістер

Сыртқы көрініс үлгілеріне негізделген әдістер тұлғаның текстуралық ерекшеліктері туралы ақпаратты алуға мүмкіндік береді. Мысалы, көз аймағындағы әжімдердің әртүрлі саны әртүрлі бет әлпетін көрсетеді, сондықтан сыртқы көрініс үлгілеріне негізделген әдістерді пайдалану эмоцияларды жіктеу тапсырмалары үшін ең ақпаратты болып табылады:

- ✓ Габор фильтри
- ✓ LBP
- ✓ LPQ
- ✓ DWT
- ✓ Вебердің локальді дескрипторы

3. Ғаламдық және жергілікті объектілерге негізделген әдістер

- ✓ PCA
- ✓ LDA
- ✓ Оптикалық ағын.

III. Эмоцияларды жіктеу

Жіктеу - бет әлпетін танудың соңғы кезеңі. Бұл кезеңде алынған белгілер мимикаға жіктеледі: қуаныш, таңданыс, ашу, қорқыныш, жиіркеніш, қайғы және бейтараптық.

Эмоцияларды жіктеудің машиналық әдістері дәстүрлі әдістер мен жасанды нейрондық желілер болып бөлінеді. 2-суретте эмоцияларды машиналық жіктеу әдістерін көруге болады.

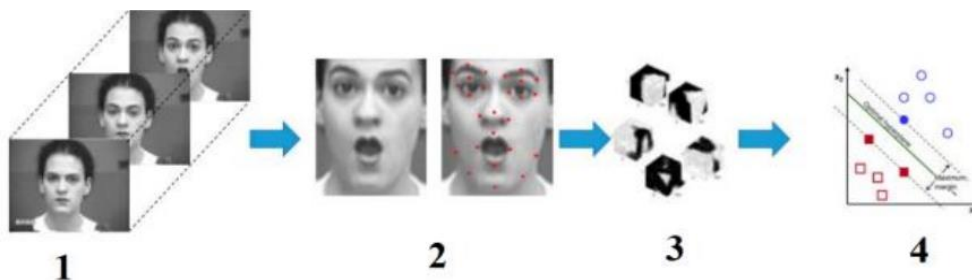


Сурет 2 - Эмоцияларды машиналық жіктеу әдістерін жүйелеу

Эмоцияларды тану алгоритмдерінің классикалық, терең оқыту, сөйлеуді бағалау әдістері кең таралған.

Классикалық әдіс

Кескіндегі эмоционалдық спектрді бағалаудың стандартты тәсілі - бет танбаларының алгоритмі. Алгоритмдердің бірін пайдаланып кескінге координаттар жүйесі салынған: PDM (Нүкте тарату үлгісі), CLM (Шектеулі жергілікті модель), AAM (белсенді көрініс үлгісі). Бұл байланыстыру объектінің мимикасын түсіруге мүмкіндік береді. Әрі қарай салынған нүктелер нормаланады және тікелей жіктегішке беріледі (3-сурет)

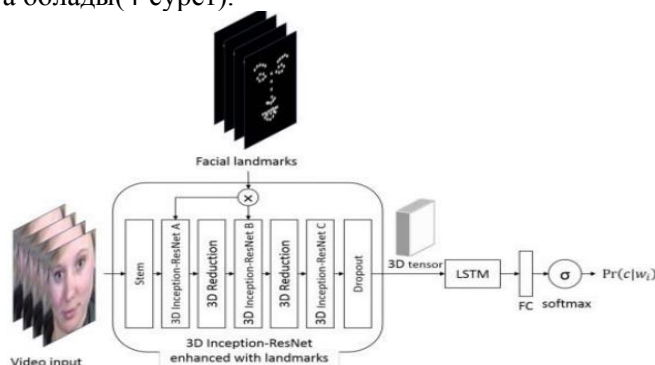


Сурет 3 - Классикалық әдіс

Эмоцияларды жіктеудегі классикалық тәсіл, мұнда 1 - кіріс кескіндері, 2 - бетті анықтау (мысалы, Виола Джонс әдісі бойынша) және негізгі нүктелердің координаттарын іздеу, 3 - ерекшеліктерді шығару, 4 - жіктегіш операциясы.

Терең оқыту әдісі

Көрнекі деректерді талдау кезінде ең жақсы таңдау нейрондық желілерді пайдалану болып табылады. Айта кету керек, суреттер қазіргі эмоцияны дәл көрсетпейді. Сондықтан талдау үшін кадрлар тізбегін пайдалану қажет. Нейрондық желі классификаторы ретінде бетті тану желісін пайдалануға болады (4-сурет).

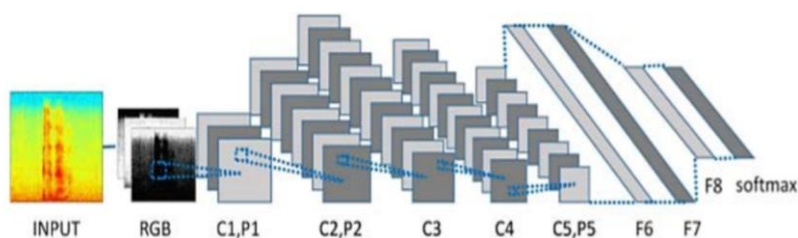


Сурет 4 – Deep learning көмегімен эмоцияны тану

Сөйлеуді бағалау әдісі

Аудио мәліметтерді пайдалана отырып, эмоциялар келесідей жіктеледі:

Алынған мәліметтер спектрограмма түрінде беріледі, содан кейін Фурье түрлендіруіне ұшырайды және кескінге түрлендіріледі. Содан кейін алынған кескіндер қайталанатын желі арқылы өтеді (5-сурет).



Сурет 5 – Дауыс бойынша эмоцияны тану желісінің архитектурасы

Эмоцияларды тану алгоритмдерін салыстырмалы талдауы 2-кестеде көрсетілген:

Кесте 3 – Эмоцияларды тану алгоритмдерін салыстырмалы талдауы

<i>Әдіс</i>	<i>Артықшылықтары</i>	<i>Кемшіліктері</i>
Классикалық әдіс	Басқа әдістермен салыстырғанда қарапайым, жоғары дәлдік	Беттің орналасуына, жарықтандыруға, сурет сапасына байланысты
Терең оқыту әдісі	Бет позициясына, жарықтандыруға, сурет сапасына тәуелділік аз	Нәтижелердің оқыту сапасына қатты тәуелділігі
Сөйлеуді бағалау әдісі	Жақсы дайындықпен жоғары дәлдік, басқа әдістерге қосымша қолдану мүмкіндігі	Нәтижелердің оқытуға, деректер сапасына қатты тәуелділігі

Қорытынды. Бет әлпеті арқылы эмоцияларды дәл тану үшін кескінді алдын ала өңдеудің, мимиканың көрнекі белгілерін алудың және эмоцияларды жіктеудің дұрыс әдістерін таңдау қажет. Бүгінгі таңда жіктеудің дәстүрлі әдістері жылдамдығы мен дәлдігі жағынан жасанды нейрондық желілерден төмен. Дегенмен, көптеген эксперименттерге қарамастан, бет әлпетін тану алгоритмдерінің дәлдігі әртүрлі енгізу параметрлері үшін әлі де жеткілікті жоғары емес, сондықтан әмбебап алгоритмді құру міндеті өзекті болып қала береді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Varma S., Shinde Varma S., Shinde M., Chavan S.S Analysis of PCA and LDA features for facial expression recognition using SVM and HMM classifiers. Techno-Societal 2018. Proc. 2nd International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications, vol. 1, 2020, pp.109-119. doi: 10.1007/978-3-030-16848-3_11
- 2 Yin D.B.M., Mukhlas A.A., Chik R.Z.W., Othman A.T., Omar S. A proposed approach for biometric-based authentication using of face and facial expression recognition. Proc. IEEE 3rd International Conference on Communications and Information Systems (ICCIS 2018), Singapore, 2018, pp. 28-33. Doi: 10.1109/ICOMIS.2018.8644974
- 3 Dino H.I., Abdulrazzaq M.B. Facial expression classification based on SVM, KNN and MLP classifiers. Proc. International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE 2019), ZakhoDuhok, Iraq, 2019, pp. 70-75. Doi:10.1109/ICOASE.2019.8723728
- 4 Tripathi A., Pandey S. Efficient facial expression recognition system based on geometric features using neural network. Lecture Notes in Networks and Systems, 2018, vol. 10, pp. 181-190. Doi:10.1007/978-981-10-3920-1_18
- 5 Livingstone S.R., Russo F.A. The Ryerson audio-visual database of emotional speech and song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. PLoS ONE, 2018, vol. 13, no. 5, pp. e0196391. doi: 10.1371/journal.pone.0196391
- 6 Greche L., Es-Sbai N., Lavendelis E. Histogram of oriented gradient and multi layer feed forward neural network for facial expression identification. Proc. International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD 2017), Hammamet, Tunisia, 2017, pp. 333-337. Doi:10.1109/CADIAG.2017.8075680
- 7 Tselikova S.O., Gorozhankin Ya.P., Ivanov A.O., Mironov A. A., Akhremchik Ya.V. Neural network technologies in automatic recognition of emotions. Young Scientist, 2019, no. 26, pp. 59-61. Available at: <https://moluch.ru/archive/264/61173/> (accessed:12.12.2019).
- 8 Stepanova O., Ivanovsky L., Khryashchev V. Deep learning and convolutional neural networks for facial expression analysis. DSPA, 2018, vol.8, no. 4, pp.170-173.

9 Prudhvi, R.: Facial Emotion Detection Using Convolutional Neural Networks and Representational Autoencoder Units. / P. Prudhvi - : <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1706/1706.01509.pdf>.

10 Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegedy C., Reed S., Fu C.-Y., Berg A.C. SSD: single shot multibox detector. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2016, vol. 9905, pp. 21–37. doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2

11 Talegaonkar I., Joshi K., Valunj S., Kohok R. Kulkarni A. Real time facial expression recognition using deep learning. Proc. Of International Conference on Communication and Information Processing (ICCIP), 2019. Doi: 10.2139/ssrn.3421486

12 Juman S.Z., Ali F., Guriro S., Kandhro I.A., Khan A., Zaidi A. Facial expression recognition with histogram of oriented gradients using CNN. Indian Journal of Science and Technology, 2019, vol. 12, no. 24, pp. 1-8. Doi: 10.17485/ijst/2019/v12i24/145093

13 Babu D.R., Shankar R.S., Mahesh G., Murthy K.V.S.S. Facial expression recognition using bezier curves with hausdorff distance. Proc. IEEE International Conference on IoT and Application (ICIOT 2017), Nagapattinam, India, 2017, pp. 8073622. Doi: 10.1109/ICIOTA.2017.8073622

14 Cao H., Cooper D.G., Keutmann M.K., Gur R.C., Nenkova A., Verma R. CREMA-D: Crowd-sourced emotional multimodal actors dataset. IEEE Transactions on Affective Computing, 2016, vol. 5, no. 4, pp. 377-390. Doi: 10.1109/TAFFC.2016.2336244

15 Alexandrov A.A., Kirpichnikov A.P., Lyasheva S.A., Shleymovich M.P. Analyzing the emotional states of a person in an image. Herald of Technological University, 2019, vol. 22, no. 8, pp. 120–123. (in Russian)

16 Perepelkina O., Kazimirova E., Konstantinova M. RAMAS: Russian multimodal corpus of dyadic interaction for affective computing. Lecture Notes in Computer Science, 2018, vol. 11096, pp. 501-510. Doi: 10.1007/978-3-319-99579-3_52

17 Livingstone S.R., Russo F.A. The Ryerson audio-visual database of emotional speech and song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. PLoS ONE, 2018, vol. 13, no. 5, pp. e0196391. Doi: 10.1371/journal.pone.0196391

18 King D.E. Max-margin object detection. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1502.00046.pdf> (accessed: 13.12.2019)

19 Voronov V., Strelnikov V., Voronova L., Trunov A., Vovik A. Faces 2D-recognition and identification using the HOG descriptors method. Proc. 24th Conference of Open Innovations Association FRUCT, 2019, pp. 783–789.

20 Yaddaden, Y., Adda, M., Bouzouane, A., Gaboury, S., & Bouchard, B. (2018d). User action and facial expression recognition for error detection system in an ambient assisted environment. Expert Systems with Applications, 112, 173–189. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.06.033>.

REFERENCES

1 Varma S., Shinde Varma S., Shinde M., Chavan S.S. Analysis of PCA and LDA features for facial expression recognition using SVM and HMM classifiers. Techno-Societal 2018. Proc. 2nd International Conference on Advanced Technologies for Societal Applications, vol. 1, 2020, pp. 109-119. doi: 10.1007/978-3-030-16848-3_11

2 Yin D.B.M., Mukhlas A.A., Chik R.Z.W., Othman A.T., Omar S. A proposed approach for biometric-based authentication using of face and facial expression recognition. Proc. IEEE 3rd International Conference on Communications and Information Systems (ICCIS 2018), Singapore, 2018, pp. 28-33. Doi: 10.1109/ICOMIS.2018.8644974

3 Dino H.I., Abdulrazzaq M.B. Facial expression classification based on SVM, KNN and MLP classifiers. Proc. International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE 2019), Zakho Duhok, Iraq, 2019, pp. 70-75. Doi: 10.1109/ICOASE.2019.8723728

- 4 Tripathi A., Pandey S. Efficient facial expression recognition system based on geometric features using neural network. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2018, vol. 10, pp. 181-190. Doi:10.1007/978-981-10-3920-1_18
- 5 Livingstone S.R., Russo F.A. The Ryerson audio-visual database of emotional speech and song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. *PLoS ONE*, 2018, vol. 13, no. 5, pp. e0196391. doi: 10.1371/journal.pone.0196391
- 6 Greche L., Es-Sbai N., Lavendelis E. Histogram of oriented gradient and multi layer feed forward neural network for facial expression identification. *Proc. International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD 2017)*, Hammamet, Tunisia, 2017, pp. 333-337. Doi:10.1109/CADIAG.2017.8075680
- 7 Tselikova S.O., Gorozhankin Ya.P., Ivanov A.O., Mironov A. A., Akhremchik Ya.V. Neural network technologies in automatic recognition of emotions. *Young Scientist*, 2019, no. 26, pp. 59-61. Available at: <https://moluch.ru/archive/264/61173/> (accessed:12.12.2019).
- 8 Stepanova O., Ivanovsky L., Khryashchev V. Deep learning and convolutional neural networks for facial expression analysis. *DSPA*, 2018, vol.8, no. 4, pp.170-173.
- 9 Prudhvi, R.: Facial Emotion Detection Using Convolutional Neural Networks and Representational Autoencoder Units. / P.Prudhvi - : <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1706/1706.01509.pdf>.
- 10 Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegedy C., Reed S., Fu C.-Y., Berg A.C. SSD: single shot multibox detector. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2016, vol. 9905, pp. 21–37. doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2
- 11 Talegaonkar I., Joshi K., Valunj S., Kohok R. Kulkarni A. Real time facial expression recognition using deep learning. *Proc. Of International Conference on Communication and Information Processing (ICCIP)*, 2019. Doi: 10.2139/ssrn.3421486
- 12 Juman S.Z., Ali F., Guriro S., Kandhro I.A., Khan A., Zaidi A. Facial expression recognition with histogram of oriented gradients using CNN. *Indian Journal of Science and Technology*, 2019, vol. 12, no. 24, pp. 1-8. Doi: 10.17485/ijst/2019/v12i24/145093
- 13 Babu D.R., Shankar R.S, Mahesh G., Murthy K.V.S.S. Facial expression recognition using bezier curves with hausdorff distance. *Proc. IEEE International Conference on IoT and Application (ICIOT 2017)*, Nagapattinam, India, 2017, pp. 8073622. Doi: 10.1109/ICIOTA.2017.8073622
- 14 Cao H., Cooper D.G., Keutmann M.K., Gur R.C., Nenkov A., Verma R. CREMA-D: Crowd-sourced emotional multimodal actors dataset. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2016, vol.5, no.4 pp. 377-390. Doi: 10.1109/TaFFC. 2016.2336244
- 15 Alexandrov A.A., Kirpichnikov A.P., Lyasheva S.A., Shleymovich M.P. Analyzing the emotional states of a person in an image. *Herald of Technological University*, 2019, vol. 22, no. 8, pp. 120–123. (in Russian)
- 16 Perepelkina O., Kazimirova E., Konstantinova M. RAMAS: Russiamultimodal corpus of dyadic interaction for affective computing. *Lecture Notes in Computer Science*, 2018, vol. 11096, pp. 501-510. Doi: 10.1007/978-3-319-99579-3_52
- 17 Livingstone S.R., Russo F.A. The Ryerson audio-visual database of emotional speech and song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. *PLoS ONE*, 2018, vol. 13, no. 5, pp. e0196391. Doi: 10.1371/journal.pone.0196391
- 18 King D.E. Max-margin object detection. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1502.00046.pdf> (accessed: 13.12.2019)
- 19 Voronov V., Strelnikov V., Voronova L., Trunov A., Vovik A. Faces 2D-recognition and identification using the HOG descriptors method. *Proc. 24th Conference of Open Innovations Association FRUCT*, 2019, pp. 783–789.
- 20 Yaddaden, Y., Adda, M., Bouzouane, A., Gaboury, S., & Bouchard, B. (2018d). User action and facial expression recognition for error detection system in an ambient assisted environment. *Expert Systems with Applications*, 112, 173–189. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.06.033>.

РЕЗЮМЕ

Целью данной работы является анализ методов систем распознавания эмоций на основе мимики человека. Распознавание человеческих эмоций по выражению лица — важная исследовательская проблема, охватывающая многие области и дисциплины, такие как компьютерное зрение, искусственный интеллект, медицина, психология и безопасность.

Полноценное общение между людьми невозможно без выражения и анализа эмоций. Задача распознавания эмоций может быть решена в системах, используемых в различных сферах человеческой деятельности. Поэтому важно использовать методы автоматического распознавания эмоций при создании современных человеко-машинных систем.

В статье определяется понятие «эмоция» и рассматриваются основные эмоции на основе работ ученых. Дан аналитический обзор баз данных выражений лица и методов распознавания лицевых эмоций, включающий три основных этапа анализа изображений, такие как предварительная обработка, выделение признаков и классификация. С помощью нейронных сетей предложены метод глубокого обучения, классический метод, метод оценки речи и сделан их сравнительный анализ. Несмотря на множество экспериментов, точность алгоритмов распознавания лиц все еще недостаточно высока для различных настроек, поэтому показана актуальность задачи создания универсального алгоритма.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Эта публикация является результатом реализации проекта Erasmus+ «Передовой центр для докторантов и молодых исследователей в области информатики» (ACeSYRI), регистрационный номер 610166-EPP-1-2019-1-SK-EPPKA2-CBHE-JP.

ӨОЖ 004.4

FTAXP 50.41.29

Баигубенова Сая Кубаидоллиевна, техника ғылымдарының магистрі, <https://orcid.org/0000-0002-2767-9565>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Жәңгір хан көшесі 51, 090009, Қазақстан, saya_bsk@mail.ru

Baigubanova Saya Kubaidolliевна, Master of Technical Science, <https://orcid.org/0000-0002-2767-9565>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan, saya_bsk@mail.ru

ИНТЕРАКТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚҰРУДАҒЫ ACTIONSCRIPT ТІЛІНІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ ADVANTAGES OF THE ACTIONSCRIPT LANGUAGE IN CREATING INTERACTIVE TECHNOLOGIES

ТҮЙІН

Берілген мақалада қазіргі заманғы интерактивті технологияларды әзірлеудің негізгі аспектілері, заманауи құралдары мен тенденциялары қарастырылған, атап айтқанда ActionScript тілінің артықшылықтары ұсынылды.

Зерттеудің мақсаты білім беру ортасын қалыптастыру жағдайында сапалы білім беру үрдісін қамтамасыз ету үшін ақпараттық технологияларды дамытудың бір бағыты интерактивті технологияларды айқындау болып табылады. Зерттеудің жаңалығы мақалада интерактивті технологияларды кешенді қолдануда цифрлық құзыреттілік элементтерін анықтау тәсілі қолданылатындығымен анықталады. Зерттеудің өзектілігі қазіргі заманғы білім беру жүйесінде білімнің ерекшелігін, атап айтқанда білім беру үрдісіне интерактивті технологияларды енгізу, білім беру жүйесін цифрландыру жағдайына бейімделу үшін басты ерекшеліктерін анықтау қажеттілігімен айқындалады.

Зерттеу барысында білім беру ұйымдарының бірінші сынып оқушыларына арналған «Дүниетану» пәні бойынша алынған материалды тексеру үшін интерактивті тапсырмалары бар