

ГТАХР 20.01.01

**БЕТ-ӘЛПЕТТІ ТАНУ КЕЗІНДЕ ЕРЕКШЕЛІКТЕРДІ АЛУ ҮШІН  
ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ЗЕРТТЕУ АЛГОРИТМДЕРІН САЛЫСТЫРУ**

*А.К. Кенжегулов<sup>1</sup>, Б.Б. Серіков<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> 2-курс магистрантты

<sup>1,2</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан

email: [abzal1818@gmail.com](mailto:abzal1818@gmail.com)

Бет-әлпетті тану жүйесі функционалды тестілеу кезінде сәйкестендіру және аутентификациялауды қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Әр түрлі жағдайларда жеке тұлғаларды анықтау үшін де қолданылады. Бұл мақалада бет-әлпетті оқшаулау және тану үшін қолданылатын алгоритмдерге салыстырмалы түрде зерттеу жүргізіледі. Салыстырылған бет-әлпетті тану алгоритмдері кең таралған алгоритмдер болып табылады. Әрбір алгоритм түсінігі түсіндіріледі және тиісті сипаттамасы беріледі. Бұдан басқа, әр алгоритмнің тиімділігін бағалау үшін алгоритмдерден алынған нәтижелер деректер жиынында тексеріліп, графиктер түрінде көрсетілген. Алгоритмдер ортақ деректер жинағымен жұмыс істейді және алынған функциялардың пайызын шығарады.

Бет-әлпетті тану жылдам дамып келе жатқан технология болып табылады және ол қауіпсіздіктің қақпасы ретінде қолданылады, қауіпсіздік органдарында, кейбір әуежайларда қолданылу үстінде, әсіресе, түрмелерде кеңінен қолданылатын тиімді әдістердің бірі болып табылады.

**Түйін сөздер:** *бет-әлпетті тану, алгоритмдер, функцияны шығару, нейронды желі, жылдам сенімді функциялар (ЖСФ), бағдарланған градиент гистограммасы (БГГ), жергілікті екілік үлгілер (ЖЕУ)*

Биометрия саласында қосымшаларды қолдану саны үнемі өсіп келеді. Қауіпсіздікке қол жеткізу үшін биометриялық қолжетімділік қауіпсіз деп есептеледі, ал парольдер, PIN-код немесе кілттер қауіпті болып табылады, себебі олар оңай көшіріледі немесе ұрлануы мүмкін. Бүгінгі таңда қолданылатын биометрикалық деректердің әртүрлі түрлері: саусақ іздері, алақан сканерлері, бет-әлпетті тану және т.б. бар. Бетті тану жүйелерімен қамтамасыз етілген қауіпсіздік, басқа биометриялық құрылғылармен салыстырғанда сенімді болып келеді [1; 217-б.].

Адамды тану әртүрлі салаларда маңызды рөл атқарады және оны жүзеге асырудың кең ауқымы бар. Үлгіге сәйкес келетін әртүрлі қосымшалар бар. Бетті тану - бұл үш қадамды қамтитын процесс: детекция, ерекшелікті алу және бет-әлпетті тану [1; 220-б.].

Бет-әлпетті тану - тұлғаны тану кезінде қабылданатын алғашқы қадам. Бұл адамның бет-әлпетін бейнеленген суреттен анықтау процесі. Бет пен тұлғаларды табу үшін арнайы жасалған түрлі алгоритмдер бар [1; 220-б.]. Анықталған жағы әрі қарай өңдеу үшін теңестірілуі керек. Функцияларды оқшаулау – тұлғаны тану процесінде маңызды қадам болып табылады. Функцияны алудың негізгі мақсаты бастапқы деректерден ең өзекті ақпаратты алу және бұл ақпаратты төменірек өлшеммен кеңістікте ұсыну болып табылады. Алгоритмге өңдеуге арналған кіріс сигналы тым үлкен жағдайда кіріс төмендетілген көріністер жиынтығына айналады. Кіріс деректерін функция жиынына түрлендіру функцияның шығарылуы деп аталады [2; 169-б.]. Бұл жүйе үшін деректер болып саналатын беттің нүктелерін анықтайтын қадам болып табылады. Деректер әртүрлі тұлғаларды түсіну және ажырату жүйесі арқылы өлшенеді. Адамдардың беті әр жағдайларға қарай әртүрлі болуы мүмкін, ең күрделі деректерге ие болғандықтан, тұлғаны тану кезінде жақсы дәлдікке жету - бұл қиын міндет. Бетті тану жылдамдығы әртүрлі жарық жағдайларында өзгереді, тұлғаның бағыты, сөйлеу және қартаюдың әсері кейбір факторлардың бірі болып табылады. Бұл факторлар бет-әлпетті тану жүйесінің тану жылдамдығын нашарлатады.

Технология пайда болған кезде, тұлғаны тануды пайдалану жақсарды және осы салада жүргізілетін әртүрлі зерттеулер, бұл барлық факторларды еңсеруге көмектеседі. Бет-әлпетті тану жүйесі тек бетті табу ғана емес, табылған бетті салыстыру және сәйкестікті табу үшін пайдаланылуы мүмкін. Соңғысы биометриялық жүйелерде немесе қауіпсіздікте қолданылады. Бұл олардан алынған және олармен салыстырылған функциялардың қоспасы және сәйкестік болған кезде қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қосымшада қауіпсіздікті сақтау өте қиын, себебі адамның беті көрінбеуі мүмкін, сондықтан тұлғаның анықталуы күрделене түседі. Салыстыруға және сәйкестік табу үшін анықталған дерекқорға ие болу керек. Функцияларды шығаруға көмектесетін көптеген алгоритмдер бар. Бұл алгоритмдер екі санатқа бөлінеді:

- Қол технологиясын өндіру әдістері (ЖСФ, БГГ, ЖЕУ, Инвариантты функцияларды масштабтау (ИФМ))

- Осы тұрғыда кемсітушілікке ие ерекшеліктер (яғни сирек кодтау, автокодтар, шектеулі Больцман машиналары, негізгі компонентті талдау (PCA), тәуелсіз компонентті талдау (ICA), К-құралы). Бет алудың функциясы бетті тану жүйесінің маңызды бөлігі болып табылады, себебі ол осы функцияларға негізделген, жүйе бетті тани алады. Ол адамның бетін анықтайтын және басқалардан ерекшелейтін заттарды іріктеуге көмектеседі. Жүйе жинайтын жалпы белгілер - бұл жақтың ұзындығы, көздің, мұрынның, ауыздың және құлақтың қашықтығы, кез-келген таңбалар, мысалы, моль немесе бет аймағында табылған кез-келген деформациялар жатады. Бұл мақалада пайдалы функцияларды қолмен алуға бағытталған. Аталған алгоритмдердің не әдістерінің қайсысы тиімді екенін анықтау үшін деректер жиынтығы үшін ЖСФ, БГГ және ЖЕУ бойынша салыстырмалы зерттеу жүргізіледі [3; 14-б.].

ЖСФ функция детекторы үшін ғана емес, дескриптор үшін де қолданылады. Ол негізінен объектіні тану, кескінді тіркеу, жіктеу және 3D қайта құру үшін қолданылады. ЖСФ 90-шы жылдардың соңында қолданылған алғашқы алгоритмдердің бірі – масштабты инвариантты функцияның (МИФ) түрлендіруі болып табылады. ЖСФ авторларының пікірінше, ол нәтижелерді МИФ-на қарағанда бірнеше есе тезірек шығарады және өте сенімді болып келеді [4; 18-б.].

ЖСФ алдын-ала есептелген интегралдық кескінді пайдалана отырып, 3 бүтін операцияларды есептеуге мүмкіндік беретін қиылысу нүктелерін анықтау үшін Hessian blob детекторының детерминантының бүтін жуықтауын пайдаланады. ЖСФ-да қолданылатын функцияның дескрипторы Хаар толқындарының сигналының қызығушылығын тудыратын жауаптың жиынтығына негізделеді, бұл ішкі суретті пайдалана отырып есептеу үшін пайдалы. ЖСФ дескрипторлары объектілерді, адамдарды немесе тұлғаларды анықтау, 3D көріністерін қалпына келтіру, нысандарды қадағалау және қызығушылық нүктелерін табу үшін пайдаланылды.

Алгоритм үш негізгі бөлімнен тұрады:

1. Пайыздық пункттерді анықтау
2. Жергілікті аймақтың сипаттамасы
3. Үйлестіру.

Соңғы қадам, картаға негізделген жүйе кіруге рұқсат беруі немесе дерекқордан біреуді анықтау қажет болған жағдайда жасалады [5; 15-б.].

2005 жылы Navneet Dalal және Trigg [9; 12-б.] ұсынған бағдарланған градиент гистограммасы (БГГ) - бұрмалауды анықтау үшін компьютерде көру мен кескінді өңдеуде қолданылатын басқа функциялық дескриптор. Техника градиенттің қағаздың локализацияланған бөліктеріне бағдарлануын ескереді. Бұл әдіс шеткі бағдарлаудың гистограммасына параллель болады. Дәлдігін жақсарту үшін сурет біркелкі бөлінген ұяшықтары бар ықшам торда есептеледі және жергілікті контрастты қалыпқа келтіруді қолданады [6; 12-б.]. Кескін бұдан әрі өзара байланысқан жасушалар деп аталатын кішкентай аймақтарға бөлінеді. БГГ жинақтары осы ұяшықтардағы әрбір пиксел үшін жинақталады. Жергілікті гистограмма контрастты қалыпқа келтіреді, блок деп аталатын кескіннің үлкен аймағында қарқындылық өлшемін есептеп, содан кейін осы мәндерді дәлдік деңгейін арттыру үшін блоктағы барлық ұяшықтарды қалыпқа келтіру үшін пайдаланылады. Бұл қалыпқа келтіру жарық пен көлеңкеден алынған өзгерістерге ең жақсы инвариантты береді.

БГГ бастапқыда MIT деректер жинағында сыналды, ол 509 оқу жиынтығынан және 200 деректер жиынтығынан тұрған, ол кезде негізінен адамның бет жағы мен арт жақ бет суреттерінен тұрған. Ол адамның бет-әлпетін және объектілерді тануға арналған ең тиімді алгоритмдердің бірі және оның танымал болуына мүмкіндік беретін перспективті нәтижелер берді.

БГГ келесі қадамдардан тұрады:

1. Градиент есептеу
2. Бининг бағдары
3. Дескриптор блогы
4. Блокты нормализациялау
5. SVM классификаторы
6. Нейрондық желілік классификатор.

1994 жылы ойлап табылған ең көне алгоритмдердің бірі, қарапайым элементті алу үшін пайдаланылатын алгоритмдердің бірі. Сондай-ақ, ол белгілі бір деректер жиынтығы үшін БГГ

өнімділігін жақсарту үшін жоғарыда аталған БГГ алгоритмімен қолданылады. ЖЕУ – компьютер көрінісінде жіктеу үшін қолданылатын визуалды дескриптордың түрі. ЖЕУ – текстуралық спектрдің үлгісі. Текстуралық классификацияны күшті функция екенін анықтады. Алдымен ЖЕУ көрнекі деңгейімен қарабайыр құрылым ретінде ұсынылды. ЖЕУ операторы әр пиксельді көрнекі деңгейдегі көршілес пикселдермен сипаттайды [3; 18-б.].

ЖЕУ функциясының векторы келесідей құрылады:

- бұл терезені ұяшықтарға бөлу керек (мысалы, әр ұяшық үшін 16x16 пиксел немесе оданда аз болу керек);

- ұяшықтағы әр пиксель үшін сол ұяшықтың 8 көрші пиксельдерімен салыстыру керек (жоғарғы сол жақ, ортаңғы сол жақ, төменгі сол жақ, жоғарғы оң жақ және т.с.с.), оларды шеңбер бойымен, яғни сағат тілі бойынша немесе сағат тіліне қарсы бағытта салыстыру керек;

- ортадағы пикселдің мәні көршілердің мәнінен асып кетсе «0» жазу керек., ал керісінше болса, «1» жазу керек. Бұл 8 таңбалы екілік санды береді (ол, әдетте, ыңғайлылық үшін ондыққа түрлендіріледі);

- осы гистограмманы әр санның жиілік ұясынан есептеу керек (яғни, бұл пикселдердің әр комбинациясы ортасындағы пиксельден кішірек немесе үлкен болады). Бұл гистограмма 256 өлшемді сипаттамалық вектор ретінде қарастырыла алады;

- гистограмманы қалыпқа келтіру міндетті емес;

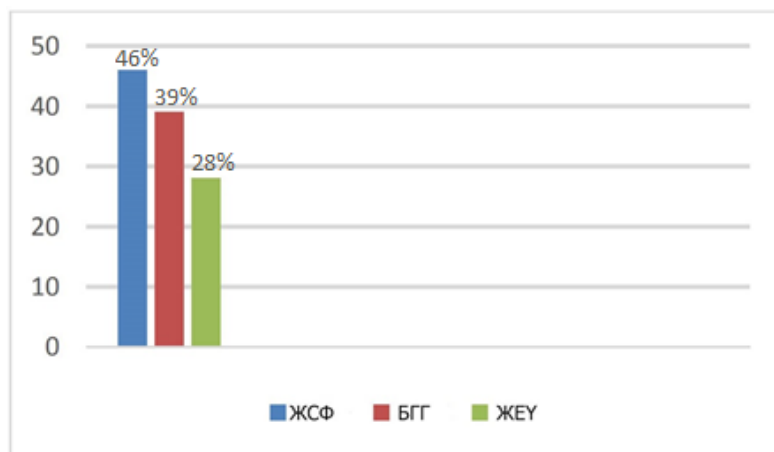
- барлық жасушалардың (нормаланған) гистограммасын біріктіреді. Бұл бүкіл терезе үшін функция векторын береді [7; 28-б.].

Бұл мақалада ЖСФ, БГГ және ЖЕУ алгоритмдерінің қайсысы деректер жиынындағы барлық фотосуреттерді тану үшін айтарлықтай және тез нәтиже беретінін табу үшін жұмыс жүргізілген. Бұл жұмысты істеу үшін математиканың алгоритмдерін біз дайындаған деректер жиынтығында іске қосамыз. Деректер жиынтығы әр түрлі жағдайларда түсірілген фотосуреттерден тұрады, мысалы, жарықтандыру жағдайларын, ішінара беттерін, әртүрлі бағытқа бұрылған адамдардың бет-әлпеті және жабық беттерді өзгерту сияқты осы жүйеде кездесетін ең көп таралған суреттерден тұрады. Бастапқыда деректер жиынтығы оңай анықтауға болатын және фотосуреттермен жұмыс істеуді қиындататын қарапайым фотосуреттер жиынтығымен басталады. Мұндай күрделі деректер жиынтығын таңдаудың себебі: жүйеде қандай алгоритмдердің қайсысы кедергісіз жұмыс істеуі және сенімді болуы үшін осы жүйеде қолдануға жарамды екенін анықтау болып табылады [8; 10-б.].

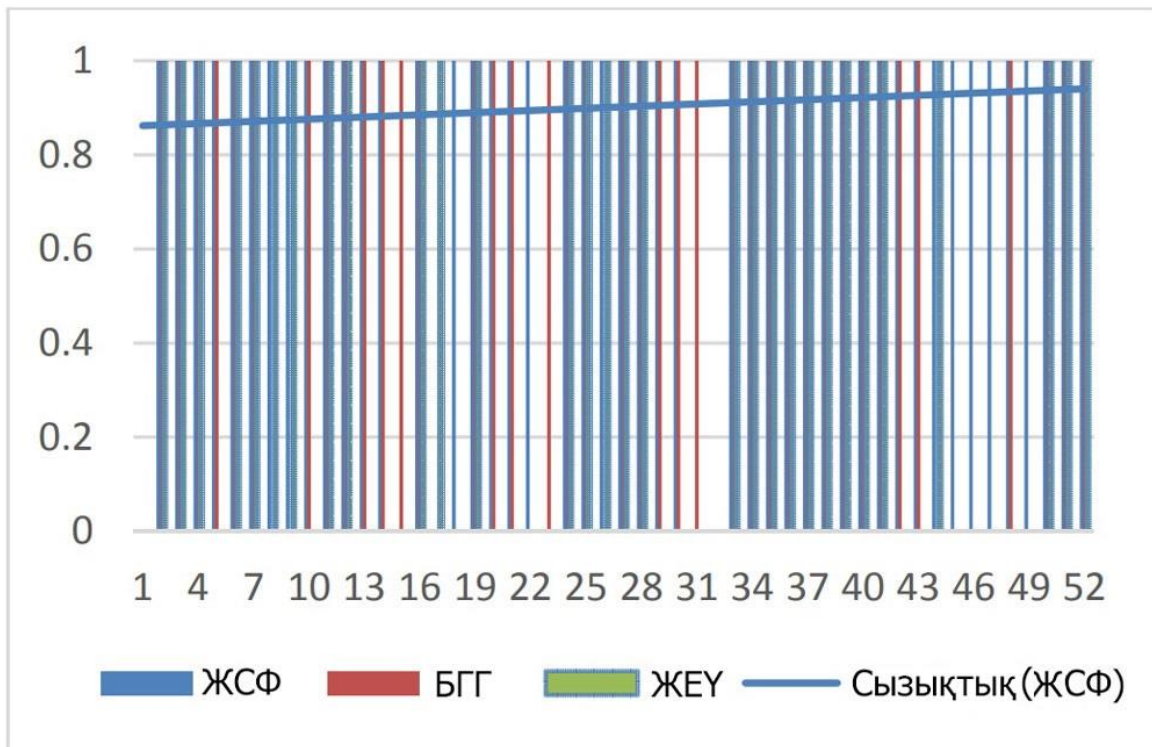
Деректер жинағынан алынған суреттер бір уақытта алгоритмдерді пайдаланып іске қосылады және әр алгоритм үшін таңдалған функциялардың пайызы жазылады.

Алгоритмдер осы деректер алгоритмдерінің қайсысында ұсынылған фотосуреттер функцияларын тануда ең тиімді екендігін табу үшін сол деректер жиынтығымен жұмыс істейді. Нәтижелер графиктер түрінде бейнеленеді.

Алгоритмдерден кейін алынған нәтижелер деректер жиынында тексеріледі және жоғарыда көрсетілгендей графиктер түрінде көрсетіледі. Төмендегі кестелерде диаграммадағы x-осі осы кескіннен алынатын элементтердің пайызын көрсетеді, ал y осі - деректер жиынындағы фотосуреттің санын көрсетеді.

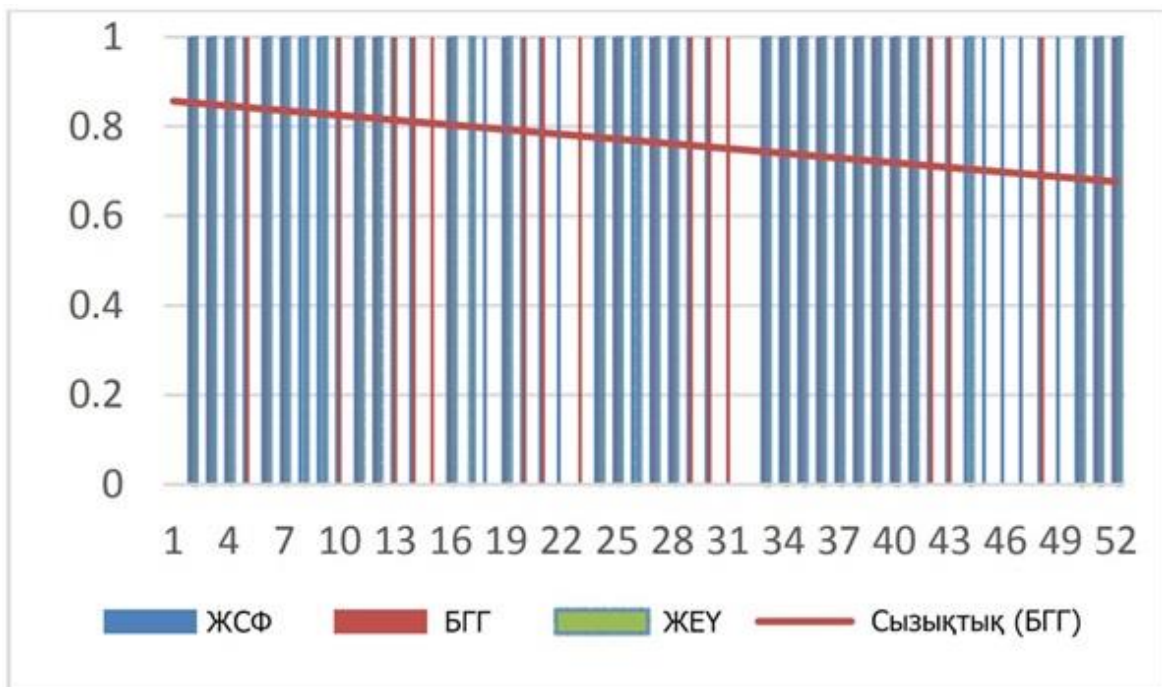


Сурет 1. Өнімділік кестесі (ЖСФ – 46%, БГГ – 39%, ЖЕҮ – 28%)



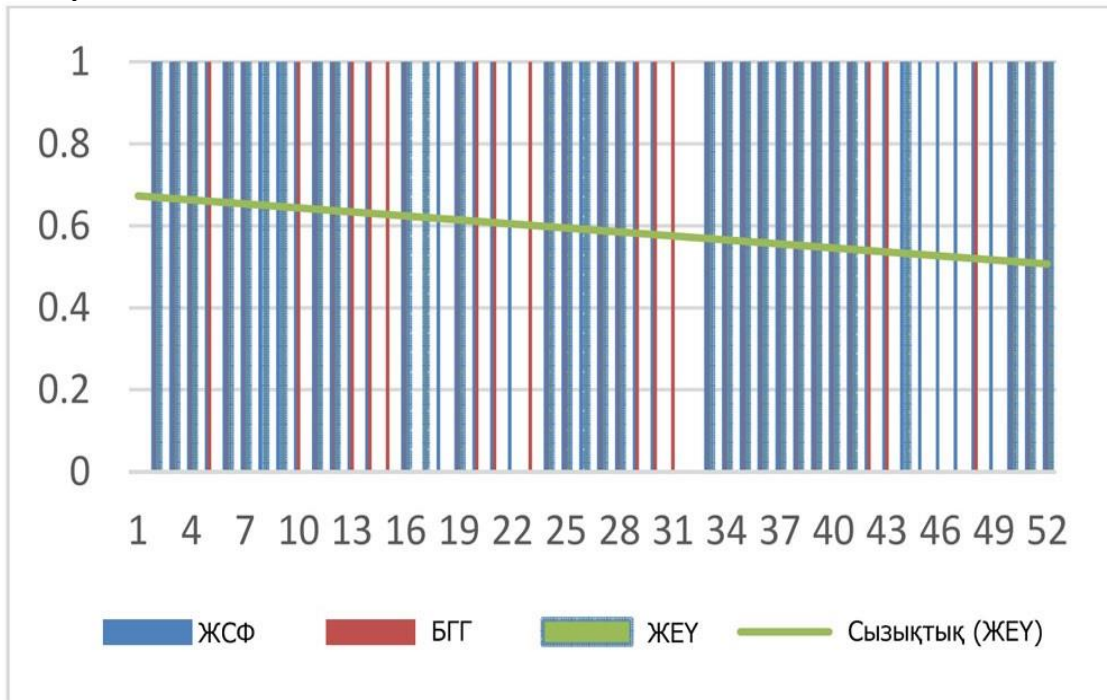
Сурет 2. Сызықтық графика – ЖСФ

Осы сызықтық диаграммадан ЖСФ алгоритмінің өнімділігі артады, бірақ деректер жинағы күрделі болғанда нашарлайды.



Сурет 3. Сызықтық графика – БГГ

Осы сызықтық диаграммадан, деректер жиынтығы күрделі бола тұра, БГГ алгоритмінің өнімділігі төмендейтінін көруге болады. Бірақ ол деректер жиынтығының белгілі бір түрі үшін жақсы жұмыс істей алады.



Сурет 4. Сызықтық графика – ЖЕУ

Осы сызықтық диаграммадан біз ЖЕУ алгоритмінің өнімділігі басқа екі алгоритммен салыстырғанда төменірек функцияның шығу жылдамдығымен басталатынын анықтай аламыз. Сонымен қатар, деректер жиынтығы қиын болғандықтан, нәтиже қалпына келтірілетін функциялардың өте аз пайызы.

Жоғарыда келтірілген деректерден (4-сурет) ЖСФ алгоритмі толық деректер жинағындағы басқа алгоритмдерге қарағанда жақсы жұмыс істейді деп болжауға болады. Осы алгоритмді енгізу тіпті жартылай шеттері мен фотосуреттерін ғана емес, ішінара шеттері табылған жағдайда да төмендемейді. Нәтижелер тезірек құрастырылғанның арқасында бұл жүйенің сапасын жақсартады.

ЖСФ 90%-ға дейін сценарийлерде шығара алады, ал басқа алгоритмдер әлдеқайда аз көрсеткіш көрсетуі мүмкін.

Содан кейін ЖСФ алгоритмінің жалғасы БГГ алгоритмі болып табылады. Деректер жиынтығы күрделі болғандықтан, 6-суретте көрсетілгендей график біртіндеп төмендеп жатыр. Ол ЖСФ алгоритмімен салыстырғанда әлдеқайда көп функцияларды шығара алады.

Соңғысы - ең көне алгоритм – ЖЕУ, бұл алгоритм фотосуреттермен жақсы жұмыс істейді, мұнда тұлғаның негізінен алдыңғы жағымен жақсы жұмыс істейді. Ол бірте-бірте азаяды, себебі деректер жиынтығы күрделене түседі және алгоритм функцияларды толығымен шығара алмайды. Алгоритм функцияларды толығымен шығара алмайды.

#### Пайдаланылған әдебиеттер

[1] Erald Vucini, Muhittin Gokmen and Eduard Groller , «Face Recognition under Varying Illumination», International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (4) , 2014, 217-220.

[2] Faizan Ahmad, Aaima Najam and Zeeshan Ahmed, «Image-based Face Detection and Recognition: State of the Art», International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 6, No 1, November 2012, 169-172.

[3] Gaurav Kumar, Pradeep Kumar Bhatia, «A Detailed Review of Feature Extraction in Image Processing Systems», International Journal of Advances in Engineering Sciences, Vol. 3, No. 3, July 2013, 14-22.

[4] Geng Du, Fei Su, Anni Cai. «Face recognition using SURF Features», Pattern Recognition and Computer Vision, vol. 7496, 2009, 18-22.

[5] Ligang Zhang, Vinod Chandran, «Discovering the Best Feature Extraction and Selection Algorithms for Spontaneous Facial Expression Recognition», IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2012, 15-18.

[6] Sakraep Paisitkriangkrai, Chunhua Shen, Jian Zhang, «Face Detection with Effective Feature Extraction», Pattern Recognition and Computer Vision, 2010, 10-12.

[7] Vijayalakshmi, A., and Pethuru Raj. «An Efficient Method to Recognize Human Faces From Video Sequences with Occlusion», World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT) 5.2, 2015, 28-33.

[8] Wenyi Zhao, Arvinth Krishnaswamy, «Discriminant analysis of principal components for face recognition», Proceedings Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2002, 10-13.

[9] Navneet Dalal and Bill Triggs, Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, - 2010, 8(3), 12-18.

### СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ В РАСПОЗНАВАНИИ ЛИЦ

Кенжегулов А.К.<sup>1</sup>, Серіков Б.Б.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> магистрант 2 курса

<sup>1,2</sup> Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

email: [abzal1818@gmail.com](mailto:abzal1818@gmail.com)

Система распознавания лиц используется для обеспечения идентификации и аутентификации во время функционального тестирования. Это может также использоваться, чтобы идентифицировать людей в различных ситуациях. В этой статье проводится сравнительное исследование алгоритмов, используемых для лицевой изоляции и распознавания. Алгоритмы - это общие алгоритмы, которые соответствуют распознаваемому лицу. Объясняется понятие каждого алгоритма и дано соответствующее описание. Кроме того, результаты алгоритмов оцениваются в наборе данных и отображаются в виде графиков для оценки эффективности каждого алгоритма. Алгоритмы работают с общим набором данных и отображают процент полученных функций.

**Ключевые слова:** распознавание лиц, алгоритмы, функция извлечения, нейронная сеть, быстрые надежные функции (БНФ), ориентированная градиентная гистограмма (ОГГ), локальные бинарные модели (ЛБМ)

### COMPARATIVE STUDY OF THE ALGORITHMS USED FOR THE EXTRACTION OF CHARACTERISTICS IN FACE RECOGNITION

*Kenzhegulov A.K.<sup>1</sup>, Serikov B.B.<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Master student of the 2nd course

<sup>1,2</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

email: [abzal1818@gmail.com](mailto:abzal1818@gmail.com)

The facial recognition system is used to provide identification and authentication during functional testing. It can also be used to identify people in different situations. This article presents a comparative study of the algorithms used for facial isolation and recognition. Algorithms are general algorithms that match a recognizable face. The concept of each algorithm is explained and a corresponding description is given. In addition, the results of the algorithms are evaluated in a data set and are displayed as graphs for evaluating the effectiveness of each algorithm. Algorithms work with a common data set and display the percentage of functions obtained.

**Key words:** face recognition, algorithms, feature extraction, neural network, Speeded Up Robust Features (SURF); Histogram of Oriented Gradients (HOG); Local Binary Patterns (LBP)

Редакцияға 31.01.2019 қабылданды.

**ФИЛОЛОГИЯ**

**PHILOLOGY**