

**АВТОМАТТАУ, ТЕЛЕМЕХАНИКА, БАЙЛАНЫС, ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫ,
АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР
АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА, СВЯЗЬ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
AUTOMATION, TELEMCHANICS, COMMUNICATIONS, ELECTRICITY,
INFORMATION SYSTEM**

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 117, No.2 (2021) pp.69-76

DIGITAL IMAGE PROCESSING AND RECOGNITION METHODS

Bigul Mukhametzhanova, doctoral student, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; grek79@mail.ru

Kazizat Iskakov, doctor of philological Sciences, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; kaziza7@mail.ru

Alla Oleinikova, master's degree, Karaganda State Technical University. Karaganda, Kazakhstan; alla073@mai.ru

Abstract. Modern information systems are designed to function in a non-standard environment, a changing, uncertain environment. At the same time, one of the most important sources of information is the visual perception channel. The article describes a variety of methods for recognizing images in digital images. The urgency of developing systems for content recognition of images, since this is used in most intelligent systems, it is also the essence of the recognition task. A detailed and generalized classification of digital image processing methods is presented. Image recognition is the task of converting input information in graphical form in certain formats, as a result, some parameters and features of recognized images are considered in the output, which represents a conclusion about which class a particular image belongs to. Over the past decade, certain results have been achieved in solving problems of image content recognition. However, the variety and complexity of recognition tasks do not allow you to implement a single universal approach to solving them. Although the achievements in the field of digital image recognition systems are impressive, so far such systems cannot compete with humans in solving complex tasks. The task of pattern recognition is the main one in most intelligent systems. The purpose of image recognition is to classify videos into several categories or classes. The essence of the recognition task is to determine that the objects under study have a fixed finite set of features that allow them to be assigned to a certain class. If we talk about the effectiveness of methods and algorithms for numerical image processing, then the criteria for recognizing objects and evaluating them for the purpose of execution, then it largely depends on the execution procedure.

Keywords: computer vision, image processing, image recognition, image morphological methods, image segmentation.

УДК 004.93

DOI 10.52167/1609-1817-2021-117-2-69-76

Б.О. Мухаметжанова^{1,2}, К.Т. Искаков¹, А.В. Олейникова²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

²Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

БЕЙНЕЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ ЖӘНЕ ТАНУДЫҢ САНДЫҚ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа: Қазіргі заманғы ақпараттық жүйелер стандартты емес, өзгеретін, белгісіз қоршаған ортаға арналған. Бұл ретте ең маңызды ақпарат көздерінің бірі көру қабылдау

арнасы болып табылады. Мақалада сандық бейнелердегі бейнелерді танудың көптеген әдістерінің сипаттамасы берілген. Бейнелер мазмұнын тану жүйелерін әзірлеу өзектілігі, бұл көптеген зияткерлік жүйелерде қолданылады, сондай-ақ тану тапсырмасының мәнін табады. Сандық бейнелерді өңдеу әдістерінің толық және жалпылама жіктелуі ұсынылған.

Түйінді сөздер: компьютерлік көру, бейнелерді өңдеу, бейнелерді тану, бейнелердің морфологиялық әдістер, бейнені сегменттеу.

Кіріспе. Компьютерлік және ақпараттық технологиялар саласындағы жаңа техникалық әзірлемелер, оның ішінде объектілерді тану нақты әлемді жақсы көруге мүмкіндік береді. Автоматтандырылған жүйелерді құру технологиясы, объектілерді анықтау, қадағалау және жіктеу "компьютерлік көру" деп аталады. Мұндай жүйелерді "Бейнелерді өңдеу және объектілерді тану автоматтандырылған жүйелері" деп атауға болады. Бұл жасанды жүйелер бейнелерден ақпарат алады. Олар объектілердің түрлері туралы қорытынды жасай алады, олардың өзара қарым-қатынастары туралы белгілі бір класқа қатыстылығы бойынша жіктеледі, мысалы, мәтіннің болуын анықтау және оны тану және т. б. Тану тапсырмасының мәнін анықтау, зерттелетін объектілер белгілердің соңғы жиынтығына ие бола ма, бұл объектілерді белгілі бір кластарға жатқызуға мүмкіндік береді. Бейнелерді өңдеу және объектілерді тану автоматтандырылған жүйелері техникалық үнемі жетілдірілуде оларға арналған жиынтықтауыштарды өндіріске инновациялық технологияларды енгізу есебінен, олардың өнімділігін аппараттық деңгейде арттыру [1-5].

Әдістері. Бірақ бағдарламалық деңгейде ақпаратты өңдеу процестерін оңтайландыру қажет, сандық бейнелерді қоса алғанда, бейнелер мазмұнын жедел талдау үшін. Бейнелерді тану-белгілі бір форматтарда графикалық түрде кіріс

ақпаратын түрлендіру міндеті, ол ретінде танылатын бейнелердің кейбір параметрлері мен белгілері қарастырылады, қандай класқа қандай да бір кескін жататыны туралы қорытынды береді. Соңғы онжылдықта бейне мазмұнын анықтау міндеттерін шешуде белгілі бір нәтижелерге қол жеткізілді. Атап айтқанда, мұндай есеп аймағында бейнелер контентін танудың көптеген әдістері жүзеге асырылды, мысалы, бет, нөмірлік белгілер, әр түрлі заттар және т. б. Бейнедегі объектілерді тану үшін жақсы бағдарламалық өнімдерді жасаудың негізгі қиындықтарының бірі-қандай пикселдерді тану және қандай пикселдерді елемеу екенін анықтау. Бұл мәселені шешу үшін қажетті деректерді олардың жинақы көрінісі арқылы бөлу қажет. Мұндай көріністі алу сегменттеу деп аталады [2], яғни бейнелердің бөліктері кейбір белгілеріне сәйкес келмеуі, бірақ кейбір өлшемдер бойынша біртекті. Сегменттеу нәтижесі - барлық бейнелерді қамтитын көптеген сегменттер. Басқаша айтқанда, әрбір пиксель белгілі бір класс белгісімен белгіленген. Бейнелерді сегменттеу ғылым мен техниканың көптеген салаларында кеңінен қолданылады, оның ішінде бейнедегі мәтінді талдау үшін, мысалы, қолжазба және машинамен басылған құжаттарды алдын ала белгілеуді алу үшін.

Сандық бейнелерді өңдеу әдістерін талдау кезінде, олардың құрылымы өте күрделі, ол блок-схема түрінде жалпыланған (1-сурет).

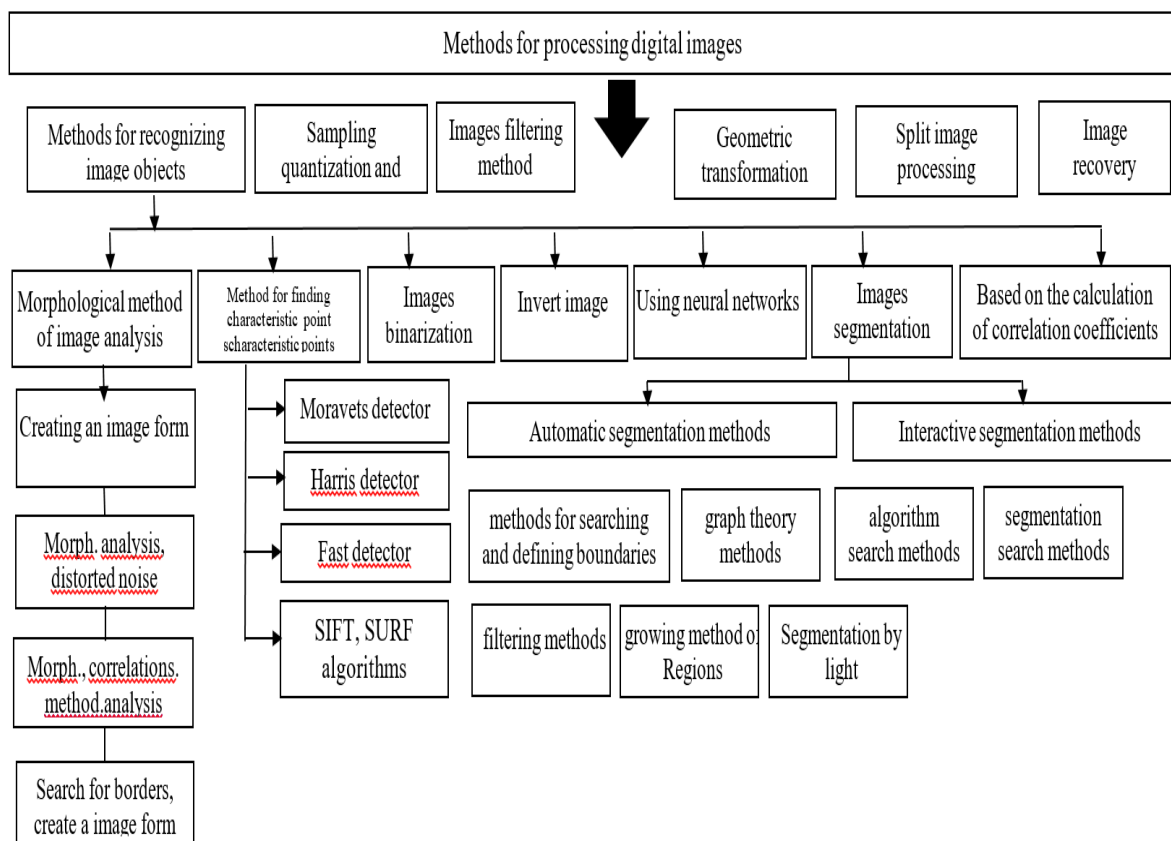
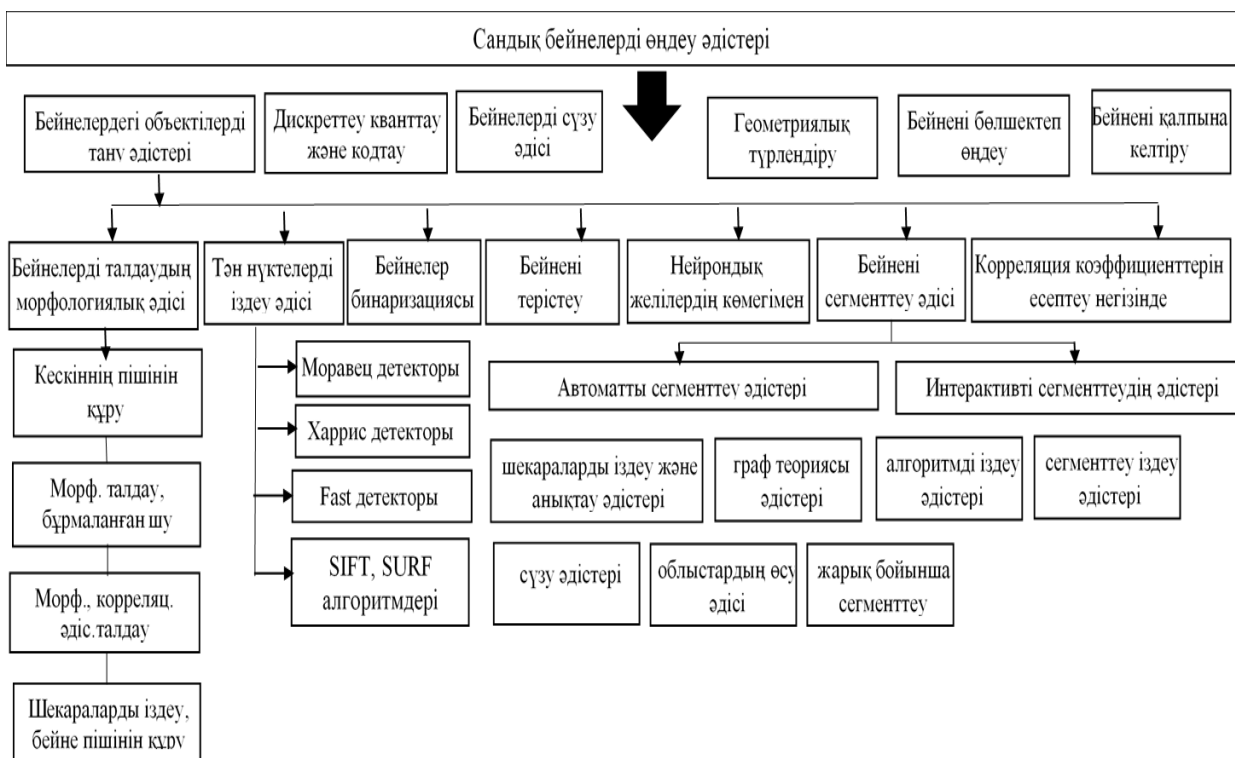


Figure 1-Digital image processing methods
1 сурет - Сандық бейнелерді өңдеу әдістерін

Бейнелерді талдаудың стандартты әдістері оларға түрлендірулерді қолданудан тұрады, математикада белгілі

немесе қандай да бір міндеттер үшін арнайы әзірленген. Бұл операциялардың нәтижесі кейбір белгілер жүйесі болып

табылады, берілген бейне класына тән; одан әрі бейнелерді тану теориясының әдістерімен көптеген практикалық есептер шешіледі. Алайда, белгілерді таңдау ретінде, сонымен, олардың мәндерін бағалау тәсілдері-көп еңбекті қажет ететін есептер. Бейнелерді өңдеу әдістері айтарлықтай әр түрлі болуы мүмкін, бейнелер қандай жолмен алынды – машиналық графика жүйесімен синтезделген, немесе, мысалы, кара-ақ немесе түрлі-түсті бейнелерді цифрлау арқылы. Соңғы жағдайда, мысалы, шуды азайту қажеттілігі туындайды. Бейненің мазмұнын тану мәселесін шешу үшін қолданылады, оның ішінде морфологиялық талдау әдістері, олардың мазмұны мен мағынасын беретін бейнелердің лайықты математикалық сипаттамасын жасауға ықпал етеді. Морфология деп объектінің сыртқы құрылымын, сондай-ақ оның құрылымдық элементтерінің пішіні, өлшемдері және өзара орналасуы түсінеді. Бейнелерді морфологиялық талдау деп тану есептерін шешу әдістерін түсіну керек, объектілердің жіктелуі, көріністерде олардың бейнелері бойынша айырмашылықтарды бөлу, бейнелердің математикалық модельдерін зерттеуге негізделген объектінің параметрлерін оның бейнесі бойынша бағалау.

Бейнелерді талдаудың морфологиялық әдістері математикалық үлгілерге негізделген және оларды тіркеу шарттарымен байланыстырушы бейнелер. Бейнелерді талдаудың морфологиялық әдістерінің орталық түсінігі - бейненің нысаны ұғымы қызмет етеді, бейнені құру шарттарының вариациясы кезінде сақталатын ақпараттың бір бөлігі ретінде түсініледі [3]. Бейненің пішінін құру міндеті (кескін тегістіктегі; бұлыңғыр; контурлық; еркін қарқындылықтағы жарық көздерінің соңғы санымен жарықтандырылатын еркін объект) морфологиялық талдаудың маңызды бөлігі болып табылады. Морфологиялық талдау есебін шешу нәтижесі форманың қаншалықты сапалы құрылғанына байланысты. Бейнелерді морфологиялық талдау есептері объектіні оның бейнесінің

пішіні бойынша тану арқылы шешіледі, пішіні бойынша объектілерді жіктеу, пішіні бойынша ерекшеліктерді бөлу және пішіні оның бейнелеу, пішіні бойынша бағалау. Бейнелерді талдаудың морфологиялық әдістері тәжірибеде кеңінен қолданылады:

- кездейсоқ шудың морфологиялық басылуы;
- бейнесінің пішіні белгілі фонда белгісіз объектіні таңдау;
- текстуралы таңбалы бейненің пішінін аппроксимациялау;
- мәтін бейненің қысудың морфологиялық әдісі;
- тіркеу жүйесінің параметрлерін бағалаумен бейнелерді жіктеу;
- морфологиялық сүзгіге негізделген түс сегменті.

Сегменттеу әдістерін шолу.

Бейнелерді сандық өңдеу әдістері мен алгоритмдерінің тиімділігі туралы айтатын болсақ, объектілерді тану және олардың параметрлерін бағалау мақсатында орындалатын, ол көбінесе тіркелетін бейнелердегі объектілерді сегменттеу процедурасын орындау нәтижелеріне байланысты. Сегменттеудің мақсаты - болашақта талдау оңай болатындай кескінді ұсынуды жеңілдету немесе өзгерту. Сегменттеу нәтижесі - барлық бейнені қамтитын көптеген сегменттер. Басқаша айтқанда, әрбір пиксель кейбір класты белгімен белгіленеді. Сегменттеу әдетте өздігінен пайдаланылмайды, кейбір жүйенің бөлігі ретінде (мысалы, машина көру жүйесі), практикалық тұрғыдан, әдіс жұмысының сапасы жалпы жүйенің жұмысына қарай бағаланады. Сондықтан бірдей сегменттеу әдісі бір міндет үшін жақсы және басқа үшін жаман болуы мүмкін. Сегменттеудің әр түрлі әдістері бөлшектеудің әр түрлі қасиеттеріне (аймақтардың біртектілігі (түстің немесе текстураның біртектілігі), көрші аймақтардың төзімсіздігі, аймақ шекарасының тегістігі және т. б.) бағытталған. Сондықтан белгілі бір мәселені шешу үшін сегменттеу әдісін таңдау кезінде бөлшектеудің қандай қасиеттері шынымен маңызды екенін

анықтау керек. Әдіс жұмысының сапасы алынған сегменттің осы қасиеттерге қаншалықты ие болуына байланысты бағаланады. Сегменттеу әдістері екі үлкен класқа бөлінеді: автоматты және интерактивті. Бейнелерді сегменттеудің автоматты әдістері қажетті объектерді өте жақсы ажыратпайды. Сегменттеудің интерактивті әдістері қызықтыратын объектілерді нақты бөліп алуға мүмкіндік береді. Алайда, олар әрбір бейнелерді өңдеу кезінде адамның қатысуын талап етеді. Бейнелерді интерактивті сегментациялау бейнелерді редакциялау үшін белсенді қолданылады, сондай-ақ көптеген компьютерлік көру алгоритмдерінің құрамдас бөлігі болып табылады.

Сегменттеу процедурасы, соның ішінде шекараларды бөлу әдістерімен сипатталады. Бейнелердегі шекара немесе контуры оның пиксельдерінің жиынтығы деп аталады, олардың маңында жарықтықтың секірмелі өзгеруі байқалады. Сандық өңдеу кезінде кескін бүтін аргументтер функциясы ретінде ұсынылған болғандықтан, контурлар ені, кем дегенде бір пиксельге сызықтармен ұсынылады. Шекараларды іздеу әдістері жартылай тонды бейнелер үшін жақсы жасалған. Жартылай тонды бейне екі айнымалы функция ретінде қарастырылады және аймақтардың шекаралары осы функцияның градиентінің максимумына сәйкес келеді деп болжанады. Оларды іздеу үшін дифференциалды геометрия аппараты қолданылады (қарапайым жағдайда Робертс, Собела, Кирша, Уоллес сүзгілері) [4].

Автоматты сегменттеу әдістері - семантикалық сегменттеу әдістері. Семантиканы талдау бейнелерді өңдеудің иерархиялық рәсімінің шыңы болып табылады. Семантикалық жіктеу контекстінде кескіндерді бейімдеу алгоритмдері, бейне сегменттерінің анық емес метрикалық жіктелу алгоритмдері, бастапқы белгілер жүйесін ақпараттық бағалау және күрделі қайталама белгілерді қалыптастыру алгоритмдері, сегменттік

жіктеу нәтижелері бойынша бейнелердің иерархиялық жіктелуінің нақты емес алгоритмдері өте маңызды [5].

Зерттеу. Негізі бейненің мазмұнын тану есептерінде адам сенімді және оңай шешуі мүмкін. Тану - нақты іске асыруды, ұсынылған мәндеріне оның белгілері, сәйкес белгілі бір шешуші ереже бойынша кластардың тіркелген тізбесінің біріне жатқызу. Яғни тану кез келген тірі немесе өлі жүйе арқылы жүзеге асырылуы мүмкін, белгілер мәндерін өлшеу және шешуші ережені іске асыратын есептеулерді өндіру сияқты функцияларды орындайтын. Әдетте, ақпараттық белгілердің тізбесі және шешуші ережелер тану жүйесіне сырттан беріледі немесе жүйенің өзі қалыптасады. Оңтайлы шешуші ережені өз кезегінде шығын тәуекелін бағалау арқылы құру қажет. Бұл тану кезінде қолданылатын ең ақпараттық белгілер жүйесін таңдауға мүмкіндік береді.

Жалпы жағдайда күрделі автоматтандырылған тану жүйелерін жобалау кезінде оқытумен келесі кезеңдер орындалады:

- тану есебінің қойылуы - бұл кезеңде тану объектілерін анықтау, кластардың априорлы алфавитін құру, тану мақсатын тұжырымдау және тану жүйесінің тиімділігін бағалау критерийін беру жүзеге асырылады;

- белгілердің априорлық сөздігін қалыптастыру - тану объектілерінің барлық маңызды қасиеттерін іздеу жүргізіледі, сандық интерпретациясы бар және тану мақсатына қол жеткізуге мүмкіндік беретін, сондай-ақ, белгілердің априорлы сөздігі негізінде тану объектілерін сипаттау жүргізіледі;

- жіктеу үшін математикалық аппаратты таңдау - априорлы сөздіктің белгілеріне байланысты тану жүйесінің класын анықтау қажет (белгілер детерминирленген, логикалық, құрылымдық немесе ықтималдық болуы мүмкін), сондай-ақ априорлық ақпараттың толықтығына байланысты тану алгоритмі;

- белгілерін нормалау априор сөздігінің белгілердің мәндерін өзгерістердің белгілі бір аралығына келтіру

және оларды өлшемсіз шамаларға түрлендіру мақсатында. Бұл кезең тану жүйелерін қалыптастыру кезінде қажет, детерминирленген және ықтималдық белгілерін қолданатын;

- белгілердің жұмыс сөздігін қалыптастыру бірі априор сөздік, жіктелетін объектілерге берілген кластар санына жоғары сенімділікпен бөлуге болады;

- оқыту іріктемесін қалыптастыру барлық танылатын кластардың объектілері. Бұл кезеңде объектілердің саны маңызды оқыту үшін тану жүйесін тиімді оқыту үшін жеткілікті болды;

- тану жүйесін оқыту - тану жүйесіне оқыту іріктемесінен объектілер белгілерінің векторы және әрбір объектінің белгілі бір класқа тиесілігі туралы ақпарат ұсынылады;

- тану жүйесінің тиімділігін бағалау - берілген ереже бойынша іріктеуді қалыптастыру және оны тану нәтижелерін бағалау жүзеге асырылады.

Сандық бейнелерді тану жүйелерін құру саласындағы жетістіктер әсерлі болса да, осы уақытқа дейін мұндай жүйелер күрделі міндеттерді шешу кезінде адаммен бәсекеге түсе алмайды. Бейнелерді тану міндеті - негізгі зияткерлік жүйелер. Бейнелерді танудың мақсаты объектілерді (бейнелерді) бірнеше категорияға немесе кластар бойынша жіктеу болып табылады. Бейнелерді сандық өңдеу әдістері мен алгоритмдерінің тиімділігі туралы айтатын болсақ, объектілерді тану және олардың параметрлерін бағалау мақсатында орындалатын, онда ол тіркелген бейнелердегі мазмұнды сегменттеу процедурасының нәтижелеріне байланысты. Бейнедегі объектілерді автоматты түрде тану саласында бірқатар жалпы проблемалар бар, оларды шешу үшін бүкіл әлемнің ғалымдары мен әзірлеушілерінің әрекеттері қолданылады.

Тән нүктелерді шолу.

Тән нүктелерді пайдаланудың негізгі артықшылықтары анықтау міндеттері үшін қарапайым және бөлу жылдамдығы (басқа да пайдаланылатын тән белгілермен салыстырғанда). Бейнеде объектіні табу

міндеті тән нүктелерді іздеуге және олардың өзара орналасуын бекітуге әкеледі. Бұл рәсімдер алдымен эталондық бейнеде орындалады, содан кейін зерттелетін, жиі белгілі бір шектеулі іздеу саласында. Тиісті нүктелерді іздеу алгоритмінің жалпы схемасы бірнеше кезеңнен тұрады:

- бейнелердегі нүктелік ерекшеліктерді таңдау;

- нүктелер белгілерінің векторларын қалыптастыру;

- белгілер кеңістігіндегі нүктелерді салыстыру;

Бейнедегі тән нүктелерді таңдау және сипаттау барлық алгоритм жұмысының нәтижесі тәуелді болатын теңдестіру алгоритмінде бастапқы және негізгі кезең болып табылады. Бастапқы бейнелерді алдын ала өңдеу керек, бейнеге тән ерекшеліктерді ерекшелеуге мүмкіндік беретін. Мұндай ерекшеліктер контурлар (шекаралар) немесе бұрыштар (нүктелер) елді мекендердің, жолдардың, су айдындарының, орман алқаптарының және т. б. сызықтарының контурлары.

Оны орындаудың типтік тізбегі:

- бастапқы бейнені сүзу;

- шекараларды бөлу үшін морфологиялық операцияларын қолдану;

- қажет болса - бейнелерді бинаризациялау;

- шекара детекторын қолдану.

Барлық есептеулерде контурлар кеңістігінде жүргізу қажет, демек, шекараларды салыстыру бұрыштық детекторлардың немесе шекаралардың детекторларының көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Өртүрлі дифференциалды әдістердің көмегімен шетін анықтау әдістерінен операторлар бүгінгі күні мынадай операторлар кең таралған: Робертс (Roberts), Собель (Sobel), Канни (Canny) [7].

Бейненің нүктелік ерекшеліктерінің детекторларын пайдалана отырып, тән ерекшеліктерді іздеу. Қазіргі таңда бейнелердің ерекшеліктері детекторларының барлық алуан түрлілігі арасында ең көп таралған: Харрис және оның модификациялары: Ши-Томас,

Харрис-Лаплас және т. б.; Моравец детекторы; Fast детекторы; SIFT, SURF алгоритмдері және басқалар [6]. Бейнедегі бұрыштары компьютерлік көрудің түрлі тапсырмаларында кеңінен қолданылады. Заманауи бұрыштық детекторлар, үлкен өлшемді талдауға негізделген, көп ауқымды және әртүрлі бағыттағы құрылымдық ақпаратты толық көлемде пайдаланбайды.

Қорытынды. Сандық бейнелерді тану жүйелерін құру саласындағы жетістіктер әсерлі болса да, осы уақытқа дейін мұндай жүйелер күрделі міндеттерді шешу кезінде адаммен бәсекеге түсе алмайды. Бейнелерді тану міндеті зияткерлік

жүйелердің көпшілігінде негізгі болып табылады. Бейнелерді танудың мақсаты бейнелерді бірнеше категориялар немесе кластар бойынша жіктеу болып табылады. Тану міндетінің мәні-зерттелетін объектілердің белгілі бір класқа жатқызуға мүмкіндік беретін белгілердің бекітілген соңғы жиынтығына ие екендігін анықтау. Бейнелерді сандық өңдеу әдістері мен алгоритмдерінің тиімділігі туралы айтатын болсақ, орындалатын мақсатында объектілерді тану және оларды бағалау өлшемдерін, онда ол айтарлықтай дәрежеде тәуелді нәтижелерін орындау рәсімдерін саралау контентті тіркелетін бейнелер арқылы.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
- [2] Розенфельд А., Дейвис Л.С. Сегментация и модели изображений. ТИИЭР. 1979. Т.67, №5. 71-82с.
- [3] Пытьев Ю.П., Чуликов А.И. Методы морфологического анализа изображений. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 336 с.
- [4] Жук С.В. Обзор современных методов сегментации растровых изображений – Известия ВолГТУ. – 2009, №6. 115-118 с.
- [5] Дорогов А.Ю. Быстродействующий алгоритм семантической классификации JPEG-изображений. - Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ) "ЛЭТИ", 2006.
- [6] Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: Учебное пособие. СПб.: БХВ - Петербург, 2011. 608 с.
- [7] Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. 616 с.

REFERENCES

- [1] Forsait D.A., Pons J. Kompyuternoe zrenie. Sovremennyy podhod: – M.: Izdatelskiy dom «Williams», 2004. – [in russian: Computer vision. Modern approach: - Moscow: Publishing house "Williams"].
- [2] Rozenfeld A., Deivis L.S. Segmentaciya i modeli izobrajenii. TIYER. 1979. T. 67, №5. [in russian: Segmentation and image models. TIYER. 1979. Vol. 67, №5].
- [3] Pitev Yu.P., Chulikov A.I. Metodi morfologicheskogo analiza izobrajenii. - M.: FIZMATLIT, 2010. - [in russian: Methods of morphological analysis of images. - M.: FIZMATLIT].
- [4] Juk S.V. Obzor sovremennih metodov segmentacii rastrovih izobrajenii - Izvestiya VolGTU. - 2009, № 6 - [in russian: Review of modern methods of segmentation of raster images-Izvestiya VolGTU. - 2009, №6].
- [5] Dorogov A.Yu. Bistroidstvuyuschii algoritm semanticheskoi klassifikacii JPEG_izobrajenii. - Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi elektrotehnicheskii universitet

(SPbGETU) "LETI", 2006 - [in russian: A fast-acting algorithm for semantic classification of JPEG images. - St. Petersburg State Electrotechnical University (SPbSETU) "LETI"- 2006].

[6] Krasilnikov N.N. Cifrovaya obrabotka 2D-i 3D- izobrajenii: SPb.: BHV - Peterburg, 2011. - [in russian: Digital processing of 2D and 3D images: A textbook. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2011].

[7] Gonsales R., Vuds R., Eddins S. Cifrovaya obrabotka izobrajenii v srede MATLAB. M.: Tehnosfera, 2006. - [in russian: Digital image processing in the MATLAB environment. Moscow: Technosphere, 2006].

БЕЙНЕЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ ЖӘНЕ ТАЛУДЫҢ САҢДЫҚ ӘДІСТЕРІ

Бигүл Мұхаметжанова, докторант, Л.Гумилёва атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан; grek79@mail.ru

Қазизат Ысқақов, ф.ғ.д., Л.Гумилёва атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан; kaziza7@mail.ru

Алла Олейникова, магистр, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. Қарағанды, Қазақстан; alla073@mai.ru

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Бигуль Мухаметжанова, докторант Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан; grek79@mail.ru

Казизат Искаков, д.ф.н., Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан; kaziza7@mail.ru

Алла Олейникова, магистр, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан; alla073@mai.ru

Аннотация. Современные информационные системы предназначены для функционирования в нестандартной, меняющейся, неопределенной окружающей обстановке. При этом одним из наиболее важных источников информации является канал зрительного восприятия. В статье приводится описание методов распознавания образов на цифровых изображениях. Актуальность разработки систем распознавания контента изображений, так как это находит применение в большинстве интеллектуальных систем, а также суть задачи распознавания. Представлена подробная и обобщенная классификация методов обработки цифровых изображений.

Ключевые слова: компьютерное зрение, обработка изображений, распознавание образов, морфологические методы изображений, сегментация изображения.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 117, No.2 (2021) pp.76-84

JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF TONAL RAIL CHAINS ON THE STAGES

Kasymova Ainyr, senior lecturer, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; kasymova_79@mail.ru

Abstract. To date, traditional pulse and code rail circuits are used on railway sections. Pulse rail circuits are used for DC auto-blocking, code rail circuits for DC auto-blocking. The