

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА
ВИДЕО-ДАННЫХ**

Выпускная квалификационная работа студентки

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Серединой Анастасии Александровны

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Заливин А. Н.

Рецензент
канд. техн. наук, старший
преподаватель
кафедры Информационных
систем
НИУ «БелГУ» Щербинина Н. В.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ.....	8
1.1 Распознавание объектов с помощью нейронных сетей.....	8
1.2 Методы сравнения по эталону на основе корреляции.....	12
1.3 Распознавание объектов на основе вычисления их признаков.....	16
2. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ.....	20
2.1 Предварительная обработка перед распознаванием.....	25
2.2 Детектирование объектов.....	26
3. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ НА ПРИМЕРЕ НОМЕРНОГО ЗНАКА.....	31
3.1 Обработка снимка месторасположения номерного знака.....	33
3.2 Распознавание символов.....	38
3.3 Распознавание объектов по признакам.....	41
3.4 Исследование влияния шума на распознавание символов признаков.....	47
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ.....	51
4.1 Планирование работ по исследованию.....	51
4.2 Расчет расходов на оплату труда на исследование.....	53
4.3 Расчет продолжительности исследования.....	54
4.4 Расчет стоимости расходных материалов.....	55
4.5 Расчет сметы расходов на исследование.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59

					1 1070006.11.03.02.135.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Середина А.А.</i>			Исследование методов и алгоритмов распознавания объектов на видео-данных	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Заливин А.Н.</i>					2	69
Рецензент		<i>Щербинина Н.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр. 07001208</i>		
Н. контр.		<i>Заливин А.Н.</i>						
Утв.		<i>Жилияков Е.Г.</i>						

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	67

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе широкое распространение получили системы видеофиксации, позволяющие распознавать объекты, их отсутствие и изменение положения. В значительном большинстве интеллектуальных систем видеомониторинга и определения предметов через их изображение принимаются на рассмотрение такие объекты, как человеческие лица, печатные издания, государственные регистрационные номера. При этом обстоятельства принятия изображения довольно строги, так как существует лимит на освещенность, фон, месторасположение касательно объектива и прочее. Это все существенно облегчает совместную работу человека с ЭВМ, порождает предпосылки для использования всевозможных систем искусственного происхождения разума.

Первостепенной целью при разработке метода и программного обеспечения автоматического проектирования системы видеонаблюдения считается предназначение распознавания объекта, изображение которого передается через камеру. Так как изображение всякого объекта находится в зависимости от множества моментов его направленности по отношению к видеокамере, подсветке, характеристик регистратора, статических и динамических характеристик предмета, то снимок довольно непросто оформить и представить в облики конкретной математической модели. В следствии этого, способы осуществления компьютерного представления значимо находятся в зависимости от решаемых целей и изредка уступают генерализации. В итоге, основная масса данных способов считается нелинейной. Собственно, это и воздействует на потребность накопления расчета мощности ЭВМ и затруднение алгоритмов работы, приобретенной по техническим каналам получаемого изображения.

Дополнением к технологическим показателям, которые искажают качество цифрового изображения, считается ряд наружных моментов, а это: освещение находящейся вокруг сцены, перемещение объектов в ее пределах и т.д. В следствии, чтобы получилась наилучшая точность распознавания символов,

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

которые имеются, к примеру, на государственном регистрационном номере, требуется развитие методов, которые позволяют решить цели детектирования и определения в пребывании шумов, при невысокой резкости и контрастности изображения, неверном балансе помех, которые учитываются в рамках области цифровой обработки изображений (ЦОИ).

Существуют успешные продвижения при выстраивании видео фиксации и комплексе выявления любого рода объектов. Впрочем, есть невыполненные затруднения при перемещении к наибольшему позволению вводной в видеоряде по причине использования закрепленных характеристик объема и позиционирования субъекта в снимке. Есть некоторый тип целей, где особенную значимость обретает облегчение критериев функционирования комплекса определения объектов, например, это государственный регистрационный номер автомобиля, и, соответственно, в такой комплекс будут входить слежение и регулирование перемещения автотранспорта.

Анализ прогрессивных научно-технических источников демонстрирует, собственно то, что некими из многообещающих способов детектирования словесных знаков на оцифрованном снимке считаются способы, которые базируются на:

- выявлении главных индивидуальностей или же особенных точек на оцифрованном снимке;
- расчета описаний зоны заинтересованности;
- сочетании в применении пары обозначенных способов.

В настоящее время существует множество задач, в которых требуется принять некоторое решение в зависимости от присутствия на изображении объекта или классифицировать его. Это связано с массовым внедрением информационных технологий в различные области человеческой жизни. Обычно они представляют собой набор взаимосвязанных функциональных систем, таких как системы сбора информации с детекторов транспорта и телекамер. Вследствие многообразия внешних условий, в которых приходится работать указанным

системам, методики, используемые при их создании, могут сильно отличаться друг от друга. Однако большинство существующих на сегодняшний день систем имеет в своем составе два основных блока: получения изображения (видеокамера) и системы его последующего анализа.

При этом под анализом изображений в таких системах зачастую понимают распознавание объектов, представленных на этих изображениях. Для решения задачи распознавания объектов разработано множество различных методов, в связи с чем требуется проведение исследования по оценке их применимости и характеристик обнаружения.

Для решения поставленной цели определения предметов, важным фактором является поиск алгоритмов, которые не только определяют данные об особенностях какой-либо определенной области, а также позволяют распознавать любой символ при присутствии влияния шума на изображения.

Предоставленная работа приурочена к изучению визуального определения объектов и осуществлению приобретенных методов в качестве программного приложения, которые функционируют в эксплуатационном режиме настоящего момента времени.

Основной целью работы является исследование алгоритмов распознавания объектов для решения задачи автоматического государственного регистрационного номера автомобиля.

Объектом исследования являются видео-данные, применяемые для распознавания объектов.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы распознавания объектов на видео-данных с задачей улучшения систем их видеофиксации и контроля.

Задачи дипломной работы:

- выполнить анализ существующих методов распознавания;
- реализовать метод детектирования объектов и распознавания объектов

с использованием особых признаков;

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- разработать алгоритмы и программную реализацию выбранных методов;
- произвести экспериментальные исследования, на основе сравнения методов детектирования объектов, распознавания объектов с использованием особых признаков.

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

1.1 Распознавание объектов с помощью нейронных сетей

Нейронные сети искусственного происхождения имеют представление математической модели, которая работает за счет функционирования биологических нейронных сетей – это сети нервных клеток живого организма. Так же, как и в биологической нейронной сети, главной составляющей искусственного происхождения нейронной сети считается нейрон. Объединенные нейроны, формируют, так сказать, пласты, их численность имеет возможность различаться в зависимости от трудности нейронной сети, а также и задач, которые она решает. Абстрактные почвы программирования подобных нейронных сетей имеют описание во множественных работах.

Одной из современных задач считается определение зрительных образов. Компьютер, который имеет возможность распознавать знаки на номерных символах, человеческие лица, а также печати и рукописи, значительно упрощает работу человека и в разы упрощает процесс работы. В результате, понижается опасность просчета за счет неимения человеческого коэффициента.

Нейросетевые методы – это методы, которые основываются на том, что используются всевозможными разновидностями нейронных сетей. Нейронные сети [1, 2, 3] уже издавна и весьма эффективно применяются для решения задачи распознавания. Главный замысел, существующий в базисе нейронных сетей – это очередность трансформации сигнала, которая взаимодействует с параллельно с работоспособными компонентами, и, невзирая на значительные расхождения, отдельные виды нейронных сетей они располагают некоторыми общими чертами. В основании каждой нейронной сети располагаются, в некоторой степени простые,

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (1.3)$$

Другой особенностью свойственной нейронным сетям является принцип параллельной обработки сигналов, такого рода принцип достигается путем ассоциации крупного числа нейронов в слое и состыковки конкретным способом нейронов различных уровней, а при неких комплектациях и нейронов в общем слое между ними, причем, в таком случае, процессинг совместной работы всех нейронов осуществляется послойно. На рисунке 1.2 указана структура однослойной нейронной сети.

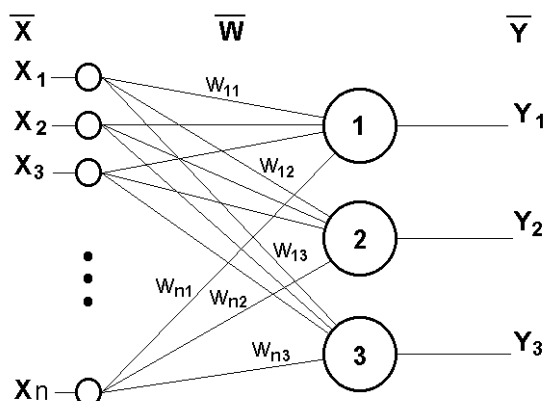


Рисунок 1.2 - Структура связей однослойной нейронной сети

В применении нейронных сетей есть преимущество и недостаток. В первом случае для распознавания человеческого лица – способность принятия классификатора, который отлично создает затруднительную функцию расклада изображений человеческих лиц $p(x|face)$. Второй случай – недостаток – потребность при тщательной конфигурации нейросети, в последствии устраиваемого итога классификации. Основные преимущества, которыми обладают нейронные сети следующие.

Нейросети располагают неким отличием – генерализирующим мастерством, это говорит о том, что опыт, который в ходе обучения исходит на окончательном комплекте изображений, также нейросеть имеет возможность весьма

результативно использовать на всё большее количество изображений. Помимо интерполяционных генерализирующих потенциалов, нейронные сети, к примеру, это многослойные персептроны, которые с положительным результатом экстраполируют – используют некий стаж на эффективные образы, в отличии от тех, которые появлялись в обобщающей выборке. Существует целый ряд образцов, во время которого нейронные сети демонстрировали свои качества предпочтительнее статистических методов. К тому же, в показаниях отсутствуют аналоги неких нейросетевых методов, к примеру, это машина Больцмана, которая нужна для распознавания образов.

Несмотря на достоинства нейронных сетей, есть факт, что при их использовании в плане изображений нужны особые старания. Что в первую очередь говорит о сложном характере изображений, в частности трехмерных объектов реального мира, а это лица людей.

Существует ориентировочно десяток ключевых видов нейронных сетей, также их основы производительности структур, сделанных на базе автоассоциативной памяти (АП). Это сформировывается на ответной реакции к некоему входящему статистическому показателю данных, их можно назвать «ключом», а также обеспечить к заключению хранящуюся в сети близко расположенную к вводной по величине статистическое выражение такого же размера [4, 5]. Когда происходит такой момент как опознание по снимку, то зацепкой является изображение человеческого облика [4, 6, 7, 8, 9, 10].

Процесс работоспособности нейронных сетей основанный на базе автоассоциативной памяти заключается в некой последовательности:

- 1) Изображение оцифровывается и кодируется в виде вектора;
- 2) Все координаты вектора размещаются в собственной ячейке, которые соединяются с другими ячейками;
- 3) Векторы перерабатываются нейронной сетью, и на ее выходе образовывается близко расположенное к вводу сохраненному в АП фотоснимку.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					

Линейная автоассоциативная память является одним слоем нейронной сети, а всякий нейрон такого слоя сравнивается с некоторым элементом, который происходит от декомпозиции изображения лица вектора, по аналогии сравним с методом «собственных лиц». Из этого следует что при параметрах изображения $m \times n$ пикселей, слои такой сети будут иметь $m \times n$ нейронов. Помимо этого, нейроны имеют некую связь с остальными нейронами, а линейная АП конструируется на расчете $m \times n$ весов соединений нейронной сети. Это обуславливается на уровне обучения, при нем изображения, которые представляются АП, остаются в ее памяти.

1.2 Методы сравнения по эталону на основе корреляции

Вариантом метода сравнения с эталоном представляется корреляционный метод, который базируется на вычислении взаимной корреляции между эталоном и, собственно, изображением. Взаимная нормированная корреляция вычисляется по формуле:

$$p(A, B) = \text{corr}(A, B) = \frac{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A) \cdot (B_{i,j} - m_B)}{\sqrt{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A)^2 \cdot \sum_i \sum_j (B_{i,j} - m_B)^2}} \quad (1.4)$$

где m_A , m_B – средние значения элементов матриц А и В.

Корреляция – статистическая взаимосвязь двух или же нескольких величин, или же величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми. При этом, преобразования одной или нескольких этих величин доводят до систематического преобразования других величин. Математической мерой корреляция двух или нескольких случайных величин служит коэффициент корреляции, он имеет изменение в пределах от -1 до +1:

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.135.ПЗВКР	

$$r_{XY} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (1.5)$$

где $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t, \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t$ - среднее число выборов.

Корреляционный метод распознавания – метод для распознавания объектов. В следствии такого метода, для каждой группы объектов для распознавания в декартовом пространстве признаков назначается некая эталонная область, и тогда объект соотносится к той группе, которая сопоставима близко расположенной эталонной области. Все это строится на допустимых преобразованиях одной или же нескольких эталонных векторах групп.

Корреляционный метод распознавания носит свое название из-за его распространенного частного случая, когда просмотр близко расположенного эталонного участка эквивалентен отождествлению из всех классов того, для которого будет достигаться совершенный предел скалярного произведения вектора признаков распознаваемого объекта, также нормированного эталонного вектора, который опирается на параметры допускаемых преобразований.

Корреляционный метод распознавания может использоваться, к примеру, для распознавания государственного регистрационного номера автомобиля. Атрибутами являются расчеты клеток двумерного растра, на которой располагается распознаваемый номер. Эталоны – это, так сказать, стандартные изображения каждого из символов алфавита на сетчатке, то есть растра, опция разрешенных превращений определяет всевозможные смещения эталона по сетчатке.

Корреляционный метод распознавания еще считается такой опцией кусочно-линейных методов распознавания образов, это значит, что на замену прямолинейного перечня эталонов каждого сословия вносится их параметрическая несамостоятельность, имеющая образ эталонной площади. Преимуществом

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

корреляционного метода является инвариантность к поставленным разрешенным трансформациям изображений, и инвариантность к изменениям вектора.

Вышеописанный метод распознавания можно показать, как статистический алгоритм распознавания, это в том случае, если внедрить некие допущения о статистических характеристиках распознаваемых объектов. Алгоритм можно рассматривать как оптимальный, в нем могут сформировываться предельно допустимые достоверности для абсолютно всех трансформаций изображений каждого класса.

В методе сравнения по эталону операция идентификации делится по стадиям, сопрягающие, к примеру, разбор отдельных черт объекта. Все снимки, входящие в начало системы распознавания, которые являются передними изображениями, к примеру, человеческое лицо, с указанным для отдельной основы сведений числом масок, олицетворяющих главные к опознанию зоны лица. Помимо этого, местоположения масок обязаны находиться поровну на всех снимках в основании сведений. Когда происходит распознавание, детали поступающего снимка в порядке очереди сопоставляются с частями снимка, который находится в зоне, также происходит расчет оценки, выполняющей функцию отображения итога сопоставления в отметках, к примеру, одна отметка за совмещающиеся черты лица, это все происходит на базе нормализованной обоюдной корреляции.

Следом поступающий снимок систематизируется согласно с предельно допустимыми накопившимися отметками. У такого метода есть и виды, в частности, с преобразующимися во время сопоставления стандартов.

Все выше описанное – несложный экстенциональный метод распознавания. Этот метод используется в деле, при котором распознаваемые группы проявляются в месте плотными топологическими отрядами. Тогда, в виде балла – прообраза отбирается средоточие топологического отряда группы, или объект, располагающийся рядом с центром.

Для систематизации неопознанного объекта разыскивается рядом, расположенный с ним прообраз, тогда этот объект будет ссылаться к той же

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

группе, что с этот прообраз, а это говорит о том, что ни один из общих образов классов в методе не образовывается.

В виде меры приближенности могут использоваться разнотипные виды дистанций, в основном применяется расстояние Хэмминга, оно одинаково квадрату евклидова расстояния. В этой действительности нужно подчеркнуть то что, показывается соединение прообразных и признаковых представительских данных о строении информации. Применяя предоставленный просмотр, возможно какой угодно исконный мерный масштаб, которая и есть линейная особенность от величин раздвоенных признаков, учитывать, как теоретический прообраз. В ответ на это, если тест мерного строения распознаваемых групп разрешает проделать заключение касательно их теоретической малогабаритности, тогда все группы довольно-таки сменить неким прообразом, в действительности равносильным распознаваемости объекта.

В действительности, конечно же, обстановка нередко приходится отличающейся от охарактеризованного образца. У ученого, который целенаправленно собирается использовать метод распознавания, опирающийся с сопоставлением прообразов, возникают проблемы: подбор меры приближенности, т.е. метрики, т.к. может произойти так, что от него значительно переменится пространственная комплектация дистрибуции объектов; автономной задачей заключается тестирование многогранных строений исследуемых сведений. Все это, так сказать, является крайне сложной проблемой в контексте наивысших значениях пространства фактов, относящихся к действительным заданиям.

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

1.3 Распознавание объектов на основе вычисления их признаков

Исходя из вышеописанного классического корреляционного метода, который сравнивает исходное изображение с эталоном, можно сделать вывод, что он трудоемкий и не столь точный. Поэтому имеющиеся вариации корреляционных методов ориентированы на уменьшение пространства признаков распознавания за счет применения разного рода мер аналогии, в которых главной задачей будет выбор пригодной оценки сходства изображения с эталоном [28].

Выделение признаков дает возможность облегчить задачу распознавания объектов [29]. Всякий объект можно описать комплектом некоторых признаков. Их количество полагается на сложность объекта. Конкретность подбора признаков будет сказываться на результативности распознавания объекта, который представляется этим комплектом [31]. При выборе наиболее содержательных признаков следует иметь в виду не только свойства объектов, но и особенность разрешающей способности первоначальных образователей сигнала изображения [29].

При обработке преимущественными являются следующие признаки распознаваемых объектов:

- площадь и периметр изображения объектов;
- размеры вписанных простейших геометрических фигур, а это окружности, прямоугольники, треугольники и т.д.;
- число и взаимное расположение углов.

Главной чертой большей части геометрических признаков является инвариантность касательно разворота изображения объекта, а способом нормирования геометрических признаков друг друга появляется инвариантность касательно масштаба изображения объекта.

В методе распознавания объектов на основе их признаков также применяются эталоны объектов, но в качестве элементов сравнения применяются признаки объекта и эталона, это дает возможность уменьшить объем эталонных

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

данных и время обработки. Стоит заметить, что на практике выделение признаков объектов осуществляется в некой погрешностью, а это значит, что следует выявлять и учитывать особенность и степень возможного рассеяния оценок применяемых признаков для каждого из объектов, другими словами, применить гистограммы распределения значений признаков.

При большом числе вероятности версий объектов предлагается многоступенчатый, т.е. иерархический алгоритм, при всем этом с каждым шагом распознавания применяется какой-либо из признаков объекта (площадь, периметр, расположение углов, радиусы окружностей). Входными данными для алгоритма являются характеристики объекта – набор признаков, которые выделены из тестируемого изображения, и модель класса объектов, в итоге, классификатор принимает решение о принадлежности объекта к классу. На рисунке 1.3 изображена схема поиска объектов.

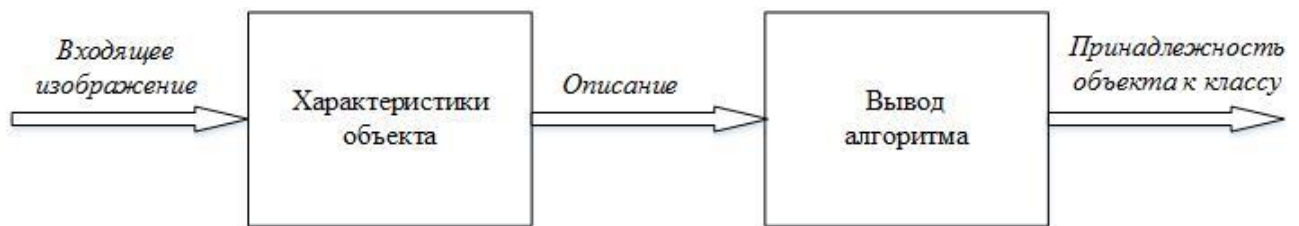


Рисунок 1.3 – Схема поиска объектов, основанная на извлечении характерных их признаков

На нижних уровнях алгоритма применяются признаки, которые не нуждаются в больших вычислительных затратах, к примеру, площади и периметры объектов, а более содержательные (момент инерции), они используются на верхнем уровне, где число вариантов сходится к минимуму [29].

При расчете ряда морфометрических признаков применяются механики твердого тела. К примеру, это принадлежит длинам всей инерции объекта. Ориентации в теле, которые соответствуют полуосям эллипсоида инерции, называют главными осями инерции. Для поимка главных таких осей,

располагающихся в плоскости объекта, в функции «regionprops» применяются дальнейшие соотношения [34, 35, 36].

Пусть N – это количество пикселей, которые принадлежат объекту. Все большее количество пикселей $p(x, y)$, которые также принадлежат объекту, будет обозначаться Q . Тогда координаты центра масс объекта будут вычисляться по формулам (1.6) и (1.7).

$$x_c = \frac{1}{N} \sum_{p(x,y) \in \Omega} x, \quad (1.6)$$

$$y_c = \frac{1}{N} \sum_{p(x,y) \in \Omega} y. \quad (1.7)$$

Рассчитываются несколько дополнительных величин:

$$U_x = \frac{1}{12} + \frac{1}{N} \sum_{p(x,y) \in \Omega} (x - x_c)^2; \quad (1.8)$$

$$U_y = \frac{1}{12} + \frac{1}{N} \sum_{p(x,y) \in \Omega} (y - y_c)^2; \quad (1.9)$$

$$C = \sqrt{(U_x - U_y)^2 + 4 \cdot U_{xy}^2}. \quad (1.10)$$

Тогда длины A_{\max} и A_{\min} осей инерции рассчитываются как:

$$A_{\max} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{U_x + U_y + C}; \quad (1.11)$$

$$A_{\min} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{U_x + U_y - C}. \quad (1.12)$$

Длины первостепенных осей инерции применяются для расчета эксцентриситета и ориентации распознаваемого объекта. Он формируется соотношением:

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

$$E = \frac{2 \cdot \sqrt{(0.5 \cdot A_{\max})^2 - (0.5 \cdot A_{\min})^2}}{A_{\max}}. \quad (1.13)$$

Ориентация объекта формируется как угол в градусах между максимальной осью инерции и осью X. Если $U_y > U_x$, то ориентация O рассчитывается по формуле:

$$O = \frac{180}{\pi} \cdot \arctg \left(\frac{U_y - U_x + C}{2 \cdot U_{xy}} \right), \quad (1.14)$$

в противном случае O будет рассчитываться по формуле:

$$O = \frac{180}{\pi} \cdot \arctg \left(\frac{2 \cdot U_{xy}}{U_x - U_y + C} \right). \quad (1.15)$$

Пусть, «Area» - это площадь объекта, т.е. количество пикселей, а «FilledArea» - полная площадь объекта, это количество пикселей объекта и площадь отверстий в нем. «Extent» - коэффициент заполнения: равен отношению площади объекта к площади ограничивающего прямоугольника, «Solidity» - коэффициент выпуклости: равен отношению площади к выпуклой площади объекта. Все эти признаки считаются по следующим формулам:

$$Extent = \frac{Area}{FilledArea}, \quad (1.16)$$

$$Solidity = \frac{Area}{ConvexArea}, \quad (1.17)$$

где *Convex* - выпуклая площадь: площадь выпуклого многоугольника, в который вписан объект.

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.135.ПЗВКР	

2 МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАЗПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

К распознаванию объектов относятся задачи построения и использования официальных работ над числовыми или же буквенными демонстрациями объектов действительного мира, их следствие отображает взаимосвязь эквивалентности между субъектами. Взаимосвязи эквивалентности изъясляют некое приспособление рассматриваемых объектов к разному виду классам, они рецензируются как семантические единицы, которые самостоятельные. Во время выстраивания алгоритмов распознавания, выше описанные классы эквивалентности запрашиваться собственно научным сотрудником, применяющий персональные плодотворные взгляды или же он употребляет внешние помимо этого еще и сведения о схожести, а также различии объектов в рамках поставленной цели. В последствии можно сказать о «распознавании с преподавателем», т.е. когда компьютерная структура решает поставленную задачу систематизации вне добавления внешней информации, дающей знания, тогда это уже автоматическая систематизация («распознавание без преподавателя»). Большое количество алгоритмов распознавания объектов нуждается в добавлении крайне существенных вычислительных вместимостей, они могут содержать только крайне высокую продуктивность ЭВМ.

Главная существующая топология методов для распознавания образов:

- методы, базирующиеся на концепции деления;
- статистические методы;
- методы, которые выстраиваются на базисе «потенциальных функций»;
- методы, которые рассчитывают оценки, т.е. голосование.

Внутри базиса выше описанной систематизации есть разница, которая находится в формальных методах распознавания объектов, так что обзор эвристического подхода к распознаванию, имеющего полноценную и разумную разработку в специализированных системах, понижено. Такой подход базируется

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	

на сложно оформляемых знаниях, научный работник самостоятельно выявляет те данные и способы, которые структура должна применить для того чтобы добиться нужного эффекта распознавания.

Аналогичная топология методов распознавания с уровнем подробности может встречаться во многих исследовательских работах, но не входит во внимание характеристика, которая отображает конкретику пути воззрения познания о предметной площади с применением алгоритма распознавания объектов.

Выделяют два основных способа представления знаний:

– интенциональное, в виде схемы связей между атрибутами (признаками).

– экстенциональное, с помощью конкретных фактов (объекты, примеры).

Итак, рассмотрим характеристики этих способов. Интенциональное представление фиксируют закономерности и связи, которыми объясняется структура данных. Применительно к диагностическим задачам такая фиксация заключается в определении операций над атрибутами (признаками) объектов, приводящих к требуемому диагностическому результату. Интенциональные представления реализуются посредством операций над значениями атрибутов и не предполагают произведения операций над конкретными информационными фактами (объектами).

У экстенционального способа взгляды познаний взаимодействуют с закреплением специальных объектов, они осуществляются при выполняемых действиях, их компонентами выступают объекты как цельные структуры.

Между интенциональными и экстенциональными воззрениями познаний, которые находятся в базисе активности левого полушария и правого человеческого головного мозга. А так как к правому полушарию относится прообраз представления внешнего мира, тогда левое полушарие выполняет функцию манипулирования правомерностями, отображающими соединения признаков мира.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

позволяемой скорости транспортного средства, базируется от обзора угла наклона камеры к дороге, этот угол обязан быть на 40^0 , так чтобы транспорт, который впереди на загоразивал за ним едущий автомобиль. Размер номерного знака по вертикали сокращается пропорционально величине косинуса угла наклона камеры, в следствие, требуется увеличение разрешения камеры, а это означается то, что произойдет уменьшение широты прицела. На практике случается так что номерные знаки закрепляются с наклоном к дороге, тогда из-за этого распознать автономер уже становится сложнее. Наиболее удобным размещением камеры заключается горизонтальное – на уровне, на котором размещается номерной знак, это используется в системах, когда доступ ограничен. [11]

Следующий, не менее важный параметр – минимально допустимая контрастность изображения государственного регистрационного номера автомобиля. Устанавливают дополнительный модуль, который состоит из инфракрасного освещения и соответствующего фильтра [12]. Это значит, что повышается контрастность номерной пластины по отношению к изображению. Основывается это на том факторе, что номерной знак имеет специальную светоотражающую поверхность, при котором отражающийся свет будет распространяться в противоположном направлении распространению падающего света. В итоге, камера будет принимать в общем случае только инфракрасный свет, а также отраженный свет от гос. номера автомобиля. А это значит, что снимок получится монохромным, без деталей, за исключением государственного регистрационного номера автомобиля.

Предварительная обработка в результате получаемого изображения, имеет несколько этапов:

1) Корректирование изображения – эквализация, т.е. выравнивание условий передачи всех частот в пределах полосы пропускания. Лимитирование экстремальных значений яркости, модификация гистограммы распределения яркостей.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				23

2) Ликвидирование эффекта размытия изображения, которое возникает из-за того, что скорость транспортного средства получается больше чем скорость регистрации, т.е. возмещение сдвига.

3) Ликвидирование избыточных данных – задействование инфракрасной (ИК) подсветки, бинаризация (двухуровневое разбиение изображения на отдельные цветовые регионы).

4) Употребление программного обнаружения движения для определения месторасположения транспортного средства на изображении.

Основной недостаток двухуровневого разбиения фотоснимка на отдельные цветовые регионы — это то что выбираемый порог бинаризации не дает требуемого качества для всяческого типа изображения. Такие факторы, как подсветка и цвет автомобиля воздействуют на качество фотоснимка. Применение методов приспособляющегося двухуровневого разбиения изображения на отдельные цветовые регионы позволяет устранить проблему эффективно.

Из методов для локализации номерной пластины есть метод выявления границ фотоснимка с применением алгоритмов Кенни, Собеля, Робинсона и т.д. Алгоритм выявления границ должен выявлять горизонтальные и вертикальные края, в итоге, изображение после этапа выделения краев должно будет иметь определенное количество линий в площади пластины государственного регистрационного номера, потому что эта пластина содержит определенные символы.

Для локализации государственного номерного знака выстраивается окно, которое примерно будет равным к размеру пластины номерного знака на изображении. Затем, это окно применяется для того, чтобы сделать оценку количеству окантовок во всех областях фотоснимка, у которых есть наибольшая контрастность. Окно накладывается на результирующий фотоснимок в большей степени контрастных зонах охвата. Если же, может получиться так, что количество граней будет располагаться в заданном диапазоне, то это будет означать что данная область будет маркироваться как область, и возможно даже может иметь номерной

знак, а количество граней находится экспериментально. Итогом работы такого окна будет являться список возможных областей, т.е. кандидатов, в которых присутствует пластина государственного регистрационного номера. Главный недостаток этого – медленная обработка выбора кандидата, так как значения пикселей в отведенном окне будут многократно складываться. Также есть еще один недостаток такого подхода – это набор огромного количества кандидатов в номерные знаки.

2.1 Предварительная обработка перед распознаванием

Известно, чтобы получить некое изображение, используется камера, которая должна работать в постоянном режиме, или же включаться, когда возникает в настроенной области транспортного средства [14, 15]. Сейчас часто используются камеры, которые срабатывают по особому сигналу, исходящему от триггерного устройства, оно контролируется датчиком, имеющим индуктивную петлю. И здесь имеются свои недостатки [14, 16]: не всякий раз получается конкретно постановить локацию автомобиля, увеличивается цена этой системы, а также, на принимаемых изображениях государственный регистрационный номер может быть виден не полностью. Структура с одной камерой, непрерывно работающей, выгоднее и плотнее, но по своей схеме она затруднительна, потому что из всего течения автотранспорта она должна выделять только индивидуальные автомобили, собственно и их номера [16].

В пределах того, какой способ применяется для того чтобы получить изображение, главным атрибутом является разновидность употребляемой видеокамеры [14]. Ограниченность динамического спектра обширно используемых камер считается весомым вопросом в плане разработки робастных систем, т.е. совокупности способов теории управления, целью которых считается обеспечение хорошего качества управления [17], механического распознавания

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

этих признаков подбираются аккуратные, или даже можно сказать скрупулёзные, черты объекта, также и признаки, которые сооружены для снимка, имеющего единственный объект.

2) Методы, для обнаружения объектов, сопоставимые шаблону, т.е. характеристике объектов.

3) Методы детектирования движения объектов, т.е. на базе некоего количества изображений или видеокадров одинаковой сцены происходит выделение объектов.

Итак, рассмотрим методы для обнаружения объектов поиска по шаблону. Детектирование объектов на базисе какого-то шаблона свидетельствует о том, что есть снимок объекта с ассигнованными внешними атрибутами – шаблон, испытываемый снимок, сравниваемый с таким шаблоном, см. рисунок 2.1.



Рисунок 2.1 - Схема решения задачи детектирования объектов с использованием методов поиска объектов по шаблону

Следствие этого сравнения – мера сходства, учитывается то, что, если такая мера, увеличенная от какого-то рода порога, тогда испытываемый снимок

будет снимком объекта. При элементарном событии в виде шаблона служит снимок объекта – массив выраженности цветности, в большей степени типичных к объекту. Гораздо более трудные методы рецензированной группы в виде шаблона применяют комплекты векторов внешних атрибутов, т.е. дескрипторов, абстрактное воззрение объекта либо вероятностные образцы объектов, вмещающие в себя сведения об раздаче насыщенности пикселей [24].

Во время поиска реализуется прохождение, так сказать, «бегущее окно», располагающим величиной шаблона, по снимку и сопоставлением характеристики детали первоначального снимка, укрываемого окном, и шаблона. Сравнение с шаблоном означает сопоставление характеристики испытанного и шаблонного снимка на некой отобранной метрике [25], из регламентации следует, что отбирается Евклидово расстояние, стандарт L_1 , сбалансированная свертка квадратических просчетов или же корреляция, т.е. соотнесение.

К примеру, есть шаблонная характеристика объекта $I_0(X)$ в дискретной (прерывистой) среде пикселей $\{X_i = (x_i, y_i)\}$. Затем цель розыска объекта относится к цели сворачивания совокупного просчета. А если в виде меры схожести применено Евклидово расстояние, тогда цель будет внесена нижеуказанным способом:

$$E(u) = \sum (I(X_i + u) - I_0(X_i))^2 - \sum e_1^2 \rightarrow \min \quad (2.1)$$

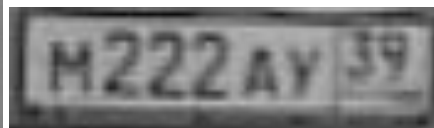
где u – сдвиг шаблонной характеристики в комплексе осей первоначального снимка. В результате, без учета отобранной метрики происходит переход до функции упорядочения.

К алгоритмам, применяющих сравнение дескрипторов основных пунктов, в большей степени значимым служит подбор порога, который применяется в виде эталона соблюдения, другими словами, когда дистанция меж дескрипторами уменьшенная от порога, тогда пункты будут учитываться как релевантными.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				



а)



б)

Рисунок 2.2 – Детектирование номерного знака: а) первоначальный снимок; б) выделяемый номерной знак

Существуют факторы, которые оказывают негативное влияние на корректное детектирование распознаваемого объекта, а это: низкое качество изображения, меняющиеся внешние условия освещения, перспективные искажения, отражение света, близкое сходство объектов между собой.

При выделении объекта для распознавания на изображении, используется информация о цвете. В разных странах номерные знаки обладают определенными цветами фона, установленные государством, и расположенных на нем букв. В качестве характерных признаков номера используется последовательность цветовых кодов, которая получается при поперечном сканировании изображения слева направо. После выделения номерных знаков применяются методы классификации, а это: искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы, которые позволяют локализовать область номерного знака. Следует отметить, что использование цветовой информации дает ряд преимуществ, и в то же время сохраняются проблемы, связанные с использованием освещенности сцены, близостью цветов номера, а также автомобиля.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ НА ПРИМЕРЕ НОМЕРНОГО ЗНАКА

Для задачи распознавания номерного знака автомобиля выделяются два этапа:

- 1) Локализация номерного знака на изображении;
- 2) Распознавание символов на знаке.

Реализация программной части модуля распознавания содержит следующий ряд этапов: подключение к камере и инициализация самого программного модуля, далее идет прием изображения с видеорегистратора и обработка изображения, после этого происходит отправление изображения образцу определенной категории, получение и обработка результата детектирования, при условии, что отсутствует положительный случай возврата на второй этап и осуществление кода опустошения полосы заполнения, выделение области распознанного объекта, в нашем случае регистрационного номера, для зрительного подтверждения, т.е. происходит проведение кода полосы заполнения, далее идет возврат на второй этап. Блок-схема реализации модуля приведена на рисунке 3.1 [26].

						Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	

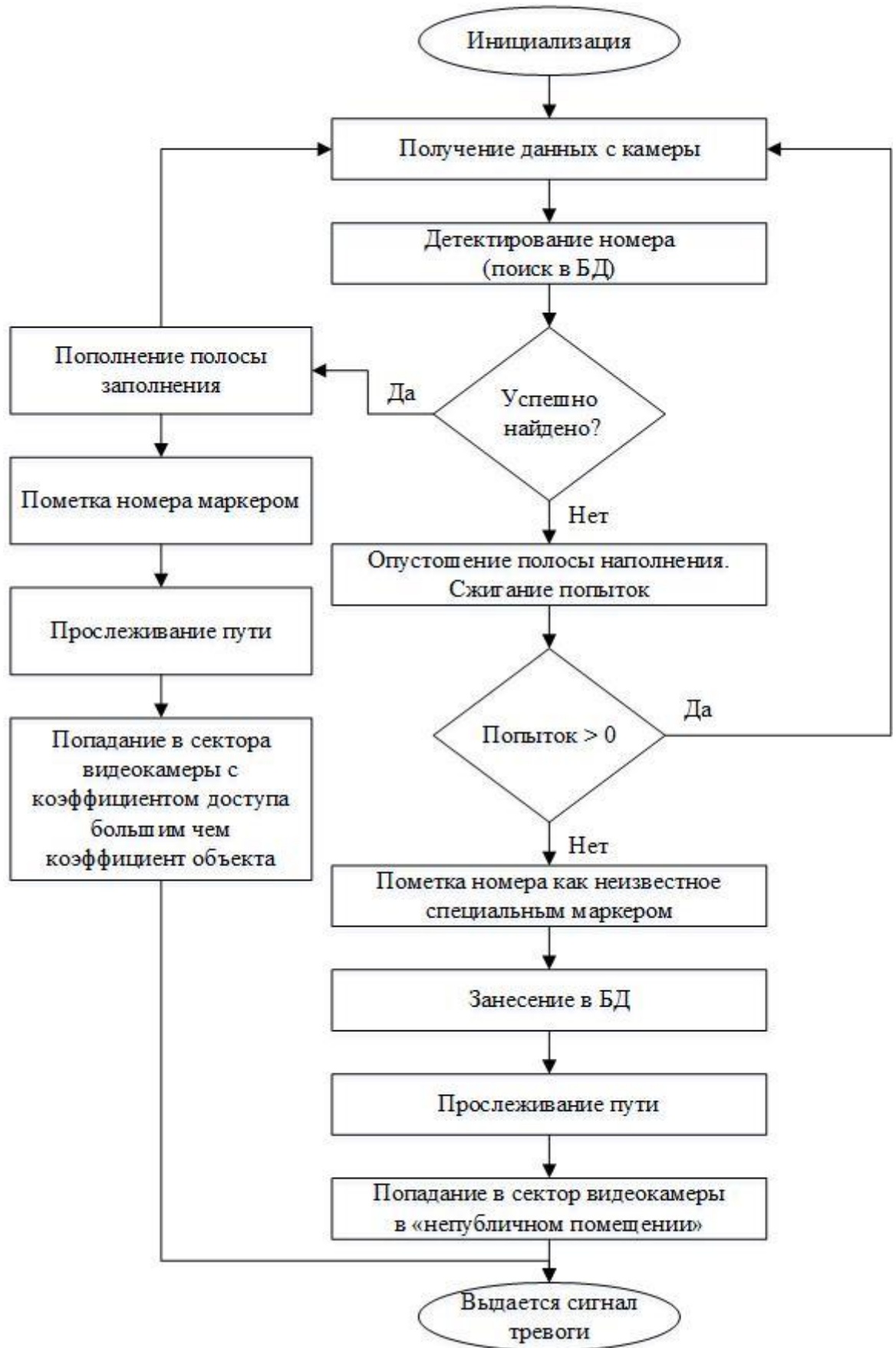


Рисунок 3.1 – Алгоритм работы модуля распознавания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.135.ПЗВКР

Лист

32

3.1 Обработка снимка месторасположения номерного знака

Для успешного распознавания номерного знака в первую очередь после поступления снимка с видеокамеры происходит обработка изображения. А так как распознавание работает только с черно-белым изображением, для этого нужно провести бинаризацию снимка. Процедура бинаризации изображения производится в два этапа.

Был разработан алгоритм реализации работы программы детектирования объекта, который представлен на рисунке 3.2.

						Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	



Приведение изображения к корреляции

Рисунок 3.2 – Алгоритм реализации детектирования объекта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.135.ПЗВКР

1. Начало;
2. Загрузка изображения с камеры, считывание его в рабочее пространство;
3. Преобразование цветного изображения в полутоновое (черно-белое) с

помощью функции «rgb2gray»:
$$I = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2};$$

4. Применение медианной фильтрации к изображению «medfilt2»:

$$med = \arg \min_{f_i \in W} \sum_{f_j \in W} |f_i - f_j|;$$

5. Создание бинарного изображения, используя отсечение по порогу яркости (0.5) с помощью функции «im2bw»;

6. Загрузка шаблона;
7. Преобразование шаблона в полутоновое;
8. Изменение размеров исходного изображения;
9. Вычисление нормированной взаимной корреляции;
10. Получение выделенного символа на номере;
11. Конец.

В начале распознавания цветное изображение превращается в полутоновое, т.е. черно-белое, пример показан на рисунке 3.3. Для каждого пикселя вычисляется его яркость в пределах от 0 до 255. Уровень яркости черного цвета – 0, а уровень яркости белого – 255. В результате для хранения снимка приходится один байт на пиксель [27]. Яркость пикселя вычисляется по одной из нижеприведенных формул:

$$I = \frac{R + G + B}{3}, \tag{3.1}$$

$$I = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2}, \tag{3.2}$$

где R, G, B – нормированный на 256 (один байт) красный, зеленый и голубой компонент пикселя.

где W – массив, который представляет собой апертуру для исходного изображения.

$$med = \arg \min_{f_i \in W} \sum_{f_j \in W} |f_i - f_j| \quad (3.4)$$

где W – множество пикселей, среди которых ищется медиана, а f_i – значения яркостей пикселей.

Для цветных изображений применяется векторный медианный фильтр:

$$med = \arg \min_{F_i \in W} \sum_{F_j \in W} d |F_i, F_j| \quad (3.5)$$

где F_i – значения пикселей в трехмерном цветовом пространстве, а d – произвольная матрица.

Сами значения элементов рабочего образца упорядочиваются по возрастанию. Подбирается элемент, который располагается в центральном месторасположении во всей последовательности, т.е. медиане. А если это значение будет шумовым всплеском, то тогда фильтр оборудует его притеснение.

Выше был описан сглаживающий фильтр, далее производится распознавание границ объекта. Для того чтобы произвести следующие этапы в распознавании, следует реализовать бинаризацию изображения.

Бинаризация изображения производится с помощью функции `im2bw`, она создает бинарное изображение, используя отсечение по порогу яркости. Ее исход зависит от заранее заданного параметра, т.е. соотношении черных пикселей с их общим количеством на снимке. Если установить бинаризацию по порогу 0.5, то образуется бинарное изображение. На рисунке 3.4 приведена пороговая бинаризация, объекты которого расположены на однородном фоне.

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					



а)



б)

Рисунок 3.4 – Пороговая бинаризация: а) исходное изображение; б) полученное бинарное изображение с порогом 0.5

3.2 Распознавание символов

После всех этапов локализации, конечным этапом работы распознавания автомобильного номера является распознавание символов на номерном знаке [14, 20]. Сначала производится корреляция: загружается исходное изображение, с которого будет производиться такая задача. Следующим этапом будет вычисление коэффициента корреляции между матрицами исходного изображения и соответствующего эталона. Для этого применяется функция corr2 , которая вычисляет коэффициент корреляции между матрицами A и B одинакового размера, но в случае с представленным алгоритмом – normcorr2 , она вычисляет нормированную взаимную корреляцию матриц A и B . Матрица A должна быть больше матрицы B , а значения матрицы B не должны быть одинаковыми. Результирующая матрица C имеет корреляционные коэффициенты, представляющие собой числа в диапазоне $[-1.0 - 1.0]$ [30]. Взаимная нормированная корреляция вычисляется по формуле:

$$p(A, B) = \text{corr}(A, B) = \frac{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A) \cdot (B_{i,j} - m_B)}{\sqrt{\sum_i \sum_j (A_{i,j} - m_A)^2 \cdot \sum_i \sum_j (B_{i,j} - m_B)^2}} \quad (3.6)$$

где m_A , m_B – средние значения элементов матриц A и B.

Чтобы провести такую работу, требуется загрузить шаблоны символов регистрационного номера, которые равны матрице эталонного изображения. Шаблоны букв и номеров регистрационного номера, используемые в России представлены на рисунке



Рисунок 3.5 – Цифры и буквы, применяемые на автомобильных номерах в России

Стоит отметить, что при распознавании объектов корреляционный метод характеризуется большой вычислительной сложностью, это все связано с масштабированием и, соответственно, поворотами распознаваемого изображения.

После того как произведено применение функции корреляции, выполняется распознавание символов на государственном регистрационном номере. В основном для этого применяют заранее выстроенные шаблоны, где для каждого символа конструируются определенные шаблоны, располагающиеся в базе данных [14, 20, 17]. Далее выполняется сопоставление заново поступившего на вход символа со всеми шаблонами с помощью метрики, но при все этом требуется сведение всех символов к одинаковому их размеру. Также выделяются специфические показатели

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					39

символов, гистограммы, сумма проекций интенсивности и т.д., это приводит к увеличению безошибочности распознавания. Пример выделения символов показан на рисунке 3.6.



а)



б)



в)

Рисунок 3.6 – Выделенные символы на номере: а) Распознаваемый символ 4; б) Распознаваемый символ 2; в) Распознаваемый символ В

Регистрационный номер имеет ограниченный ряд символов, принцип работы базируется на прямом сопоставлении изображения символа с эталоном, при этом уровень несхожести высчитывается как количество пикселей, которые не совпадают. Для предоставления подходящей точности нужна заранее произведенная обработка снимка, куда входит нормализация размера, наклона символа и его толщины.

3.3 Распознавание объектов по признакам

Как уже известно, распознавание по признакам работает лучше, чем корреляция. Как описано в главе 1, метод корреляции, сравнивающий исходное изображение с эталоном, трудоемкий и не столь точный, но у них есть один общий момент – это подбор порога к эталону.

Вычисляемые признаки можно условно разделить на 5 групп: различные типы изображений, размеры объекта, разные варианты определения площади объекта, коэффициенты формы объекта и оставшиеся признаки [32]. Для распознавания объекта по шаблону были выбраны их следующие признаки:

- 1) «Area» – площадь: количество пикселей объекта;
- 2) «FilledArea» – полная площадь: количество пикселей объекта плюс количество отверстий в объекте;
- 3) «Orientation» – ориентация: угол в градусах между максимальной осью инерции и осью X;
- 4) «Solidity» – коэффициент выпуклости: равен отношению площади к выпуклой площади объекта;
- 5) «Extent» – коэффициент заполнения: равен отношению площади объекта к площади ограничивающего прямоугольника;
- 6) «Eccentricity» – эксцентриситет эллипса с главными моментами инерции, равными главным моментам инерции объекта. Эксцентриситет – числовая характеристика конического сечения, которая показывает степень его отклонения от окружности [33].

Все вышперечисленные признаки сведены в таблицу 3.1 для сравнения между собой.

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

Таблица 3.1 – Сравнение признаков объектов

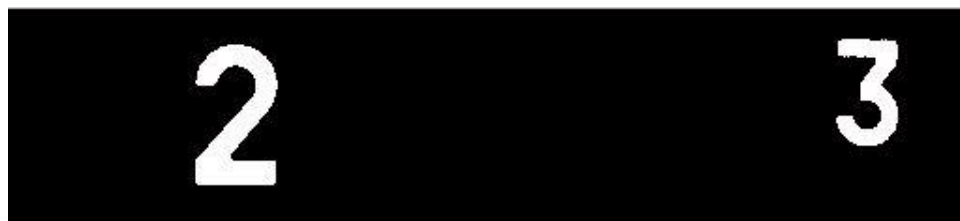
Признаки Эталон	Area	FilledArea	Orientation	Solidity	Extent	Eccentricity
0	9227	14710	89.7062	0.6219	0.5158	0.7768
1	5977	5977	-80.6834	0.6566	0.4315	0.9194
2	8307	8307	85.3901	0.5265	0.4957	0.8894
3	8544	8544	88.6034	0.5470	0.4996	0.8937
4	6439	6439	-73.7735	0.5856	0.3945	0.7934
5	8877	8877	-84.5930	0.5622	0.4992	0.8597
6	8674	10850	-86.4034	0.6513	0.4877	0.8066
7	6389	6389	85.4939	0.5535	0.3758	0.9053
8	10840	14522	89.8780	0.7090	0.5835	0.7903
9	8617	10801	-86.3338	0.6494	0.4921	0.8063

В результате реализации программы во время распознавания цифр на номере может выдать одинаковые цифры, потому что у них могут быть одинаковые признаки. При высоком значении порога программа использует наименьшее количество признаков обнаружения требуемого числа, соответственно, при большом пороге уменьшается кол-во признаков по которому производится поиск требуемого числа, при уменьшении числа порога количество признаков увеличивается, а количество совпадений уменьшается, т.е. чем меньше порог, тем большая вероятность найти требуемое число. К примеру, при распознавании цифры 2, используя порог равный 0.1, находит и цифру 3, потому что обе цифры имеют некоторые схожие признаки: полная площадь: количество пикселей объекта плюс количество отверстий в объекте, ориентация и отчасти эксцентриситет эллипса с главными моментами инерции, равными главным моментам инерции объекта, но при значении порога 0.8 находит только распознаваемую в данный момент цифру 2. На рисунке 3.7 представлен результат распознавания цифры на номере.

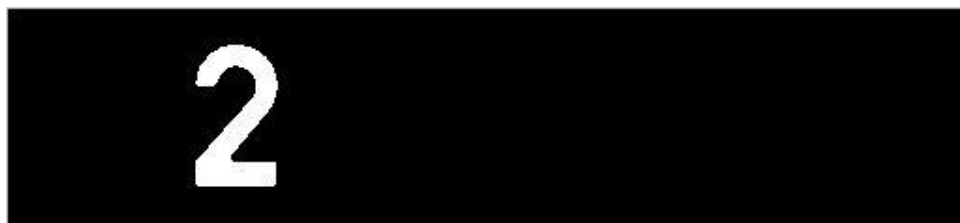
										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					42



а)



б)



в)

Рисунок 3.7 – Метод распознавания объектов по признакам: а) изображение с порогом; б) результат распознавания цифры 2 с порогом 0.1; в) результат распознавания цифры 2 с порогом 0.8

Был разработан алгоритм распознавания на основе вычитания признаков. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 3.8.

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.135.ПЗВКР	

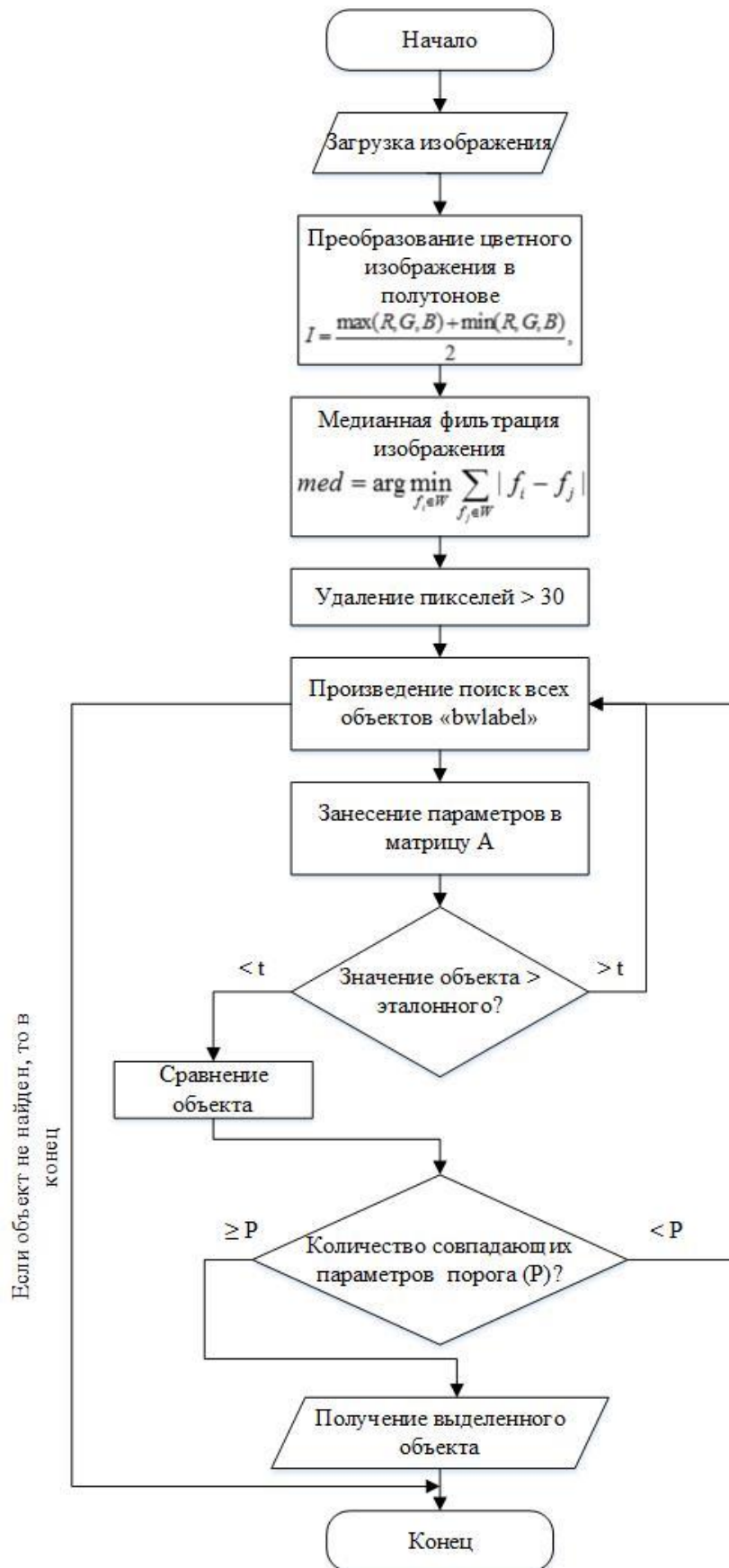


Рисунок 3.8 – Алгоритм обнаружения на основе определения параметров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.135.ПЗВКР

Лист

44

1. Начало;
2. Загрузка изображения, считывание его в рабочее пространство;
3. Преобразование исходного цветного изображения в полутоновое с помощью функции «rgb2gray»;
4. Выполнение медианной фильтрации;
5. Удаление пикселей > 30 ;
6. Произведение поиска объектов функцией «bwlabel»;
7. Для каждого выбранного объекта рассчитываются все выбранные параметры, занесенные в матрицу A;
8. Сравнение выделенных объектов с эталонными:
 - если разница между значением объекта меньше некоторого порога (t), то принимается значение чтобы их сравнить;
9. Произведение оценки количества совпадающих параметров с учетом (t):
 - если количество совпадающих параметров \geq любого порога (P), то принимается решение о том, что выделенный объект соответствует эталону;
10. Конец.

Было произведено сравнение порога и вероятности правильного обнаружения признака. Результат отображен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнение порога и вероятности правильного обнаружения признака

Порог (T)	Вероятность правильного обнаружения									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	0.26	0	0.37	0	0	0	0	0.12	0	0.12
0.05	0.37	0.26	0.37	0	0	0.12	0	0.12	0	0.26
0.03	0.87	0.37	0.37	0.26	0	0.12	0	0.37	0	0.26
0.1	1	0.37	0.75	0	0.12	0.12	0.12	0.37	0	0.26
0.15	1	0.37	0.62	0.26	0.12	0.12	0.12	0.37	0	0.26

Из результатов, представленных в таблице 3.2 при пороге 0.02 вероятность правильного обнаружения равна нулю, а цифра 8 не распознаваема при любом пороге.

Было произведено сравнение порога и вероятности ложного обнаружения признака. Результат отображен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнение порога и вероятности ложной тревоги признака

Порог (T)	Вероятность ложной тревоги									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	0	0	0	0	0	0	0.12	0	1	0
0.05	0.26	0	0	0.37	0	0.37	0.12	0.12	1	0
0.03	0.37	0	0.26	0.75	0	0.62	0.26	0.87	1	0.26
0.1	0.75	0.75	0.87	1	0.5	0.87	0.75	1	1	0.87
0.15	1	1	1	1	0.75	1	1	1	1	1

Из результатов, представленных в таблице 3.3 при пороге 0.02 вероятность ложной тревоги у большего количества искомым цифр равна нулю. При пороге 0.15 вероятность ложного обнаружения у 8 цифр из 9 равна единице, а цифра 8 не распознаваема при любом пороге.

На рисунках 3.9 и 3.10 представлены результаты реализации алгоритма распознавания объектов по признакам.



а)



б)

Рисунок 3.9 – Результат верного распознавания цифры 0: а) исходный номер; б) полученная распознаваемая цифра



а)



б)

Рисунок 3.10 – Результат ложного распознавания цифры 0: а) исходный номер; б) полученная распознаваемая цифра 0

3.4 Исследование влияния шума на распознавание символов признаков

Было реализовано исследование влияния шума на распознавание символов признаков, для этого было представлено сравнение шума вероятности обнаружения признака для цифр 0, 2, 5, 8. Шум был увеличен от 0.1 до 0.9. Вычисления производились по формуле:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{y=1}^N p_y}{N}, \quad \begin{cases} p = 1, \\ p = 0. \end{cases} \quad (3.7)$$

где N – количество вычислений, \bar{P} – усреднение, p – значение, если $p=1$ – обнаружено, если $p=0$ – не обнаружено.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.135.ПЗВКР				

Результаты представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сравнение шума и вероятности обнаружения признака

Величина шума	Вероятность правильного обнаружения			
	Цифра 0	Цифра 2	Цифра 5	Цифра 8
0.1	1	1	1	1
0.2	1	1	1	1
0.3	1	1	1	1
0.4	1	1	1	1
0.5	1	1	1	1
0.6	1	1	1	1
0.7	1	1	1	1
0.8	1	1	1	1
0.9	0	0	0	0

На рисунке 3.11 представлен результат распознавания признака цифры 5 с наложением на него шума при 0.1.



а)



б)



в)

Рисунок 3.11 – Распознавание признака на основе наложения на его шума при 0.1: а) наложение шума; б) вывод результата при пороговой обработке; в) итоговое изображение очистки от шума

На рисунке 3.12 представлен результат распознавания признака цифры 5 с наложением на него шума при 0.9.



а)



б)

Рисунок 3.12 – Распознавание признака на основе наложения на его шума при 0.9: а) наложение шума; б) вывод результата при пороговой обработке

В результате сравнения влияния шума на распознавание символов признаков при различных порогах видно, что при наименьшем пороге шума 0.1 признак обнаруживается. При увеличенном пороге шума 0.9 результат зашумленного признака не распознается.

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4
1.2.Выработка идеи	Старший научный сотрудник	45 45	6 6
1.3.Определение объема исследовательских работ	Младший научный сотрудник	18	4
1.4.Формирование исследовательской работы	Младший научный сотрудник	18	2
1.5.Обработка и анализ информации	Младший научный сотрудник	78	10
Итого:	249	36	
2.Основной (экономический анализ)			
2.1.Обоснование целесообразности работы	Старший научный сотрудник	30	6
2.2.Выполнение работы	Младший научный сотрудник	98	14
Итого:	128	20	
3.Заключительный			
3.1.Технико-экономическое обоснование	Экономист	46	6
3.2.Оформление и утверждение документации	Младший научный сотрудник	46	6
Итого:	92	12	

Последствие планирования – расчет трудовых ресурсов исследования по часам и количеству дней. Обусловлено количество штата производственного персонала, которое нужно для выполнения исследования.

4.2 Расчет расходов на оплату труда на исследование

Расчет расходов на оплату труда разработки исследования представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Расчет расходов на оплату труда

Должность Исполнителей	Трудоемкость, час	Оклад, руб
1	2	3
Младший научный сотрудник	310	14000
Старший научный сотрудник	132	16000
Экономист	48	13000
Итого:	490	

Часовая тарифная ставка ($Ч_{ТС}$) рассчитывается по формуле:

$$Ч_{ТС} = \frac{P}{F_{мес}} \quad (4.1)$$

где $F_{мес}$ – фонд рабочего времени месяца, составляет 176 часов (22 рабочих дня по 8 часов в день); P – оклад сотрудника.

Расход на оплату труда ($P_{ОТ}$) находится следующим образом:

$$P_{ОТ} = Ч_{ТС} * T_{сум} \quad (4.2)$$

где $T_{сум}$ – суммарная трудоемкость каждого из исполнителей.

Результаты расчетов сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 - Расчет расходов на оплату труда

Должность Исполнителей	Трудоемкость, час	Оклад, руб	ЧТС, руб/час	Рот, руб
1	2	3	4	5
Младший научный сотрудник	310	14000	79,54	24657,4
Старший научный сотрудник	132	16000	90,9	11998,8
Экономист	48	13000	73,86	3545,28
Итого:	490			40201,48

4.3 Расчет продолжительности исследования

В соответствии с расчетами, трудоемкость исследования составляет 490 часа.

Продолжительность исследования составит:

$$T_{иссл} = T_{сум} / T_{РД} \quad (4.3)$$

где $T_{сум} = 490$ часов суммарная трудоемкость исследования.

$T_{РД} = 8$ часов – продолжительность рабочего дня.

$$T_{иссл} = 490 / 8 = 61 \text{ день.}$$

Продолжительность исследования составляет 61 день, расчет производится без учета выходных и праздничных дне.

4.4 Расчет стоимости расходных материалов

В разделе стоимости расходных материалов предусматриваются расходы на приобретение ведущих материалов необходимых для проведения исследования и оформления соответствующей документации, а также предусматривается себестоимость картриджа. Расчет стоимости расходных материалов приведен в

Таблица 4.4 - Стоимость расходных материалов

Наименование расходных материалов	Цена за единицу, руб.	Количество, шт.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Бумага	120	2	240
Канцтовары	160	-	160
Расходные материалы для принтера (картридж)	3500	-	3500
Ватман	10	-	100
Итого:			4000

Было выявлено то, что для проведения исследования затраты на приобретение расходных материалов потребуется 4000 рублей.

4.5 Расчет сметы расходов на исследование

С учетом часового тарифной ставки были произведены расчеты общих расходов на разработку и проведение исследования. В раздел расходов задействованы премиальные выплаты, районный коэффициент и страховые взносы. Для того чтобы оценить затраты на исследование, требуется составить смету на разработку и проведение исследования.

Для начала был произведен расчет расходов:

Премиальные выплаты рассчитываются по формуле:

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					

$$ПВ = P_{OT} K_{ПВ} \quad (4.4)$$

где $K_{ПВ}$ - коэффициент премиальных выплат, составляет 20 %, в случае если премии не предусмотрены $K_{ПВ}=1$.

$$ПВ = 40201,48 \cdot 0,2 = 8040,29 \text{ руб.}$$

Дополнительные затраты на проведение исследования можно определить, как:

$$З_{ДОП} = P_{OT} K \quad (4.5)$$

где K - коэффициент дополнительных затрат ($K=14\%$).

$$З_{ДОП} = P_{OT} \cdot 14 \%$$

$$З_{ДОП} = 40201,48 \cdot 0,14 = 5628,21$$

В заработной плате имеет возможность предусмотрения районного коэффициента, который характеризует доплату при работе в трудных условиях. Величина коэффициента определяется в зависимости от характера производства.

$$PK = P_{OT} K_{РВ} \quad (4.6)$$

где $K_{РВ}$ – коэффициент районных выплат, для примера составляет 15 % от суммы.

$$PK = (40201,48) \cdot 0,15 = 6030,22 \text{ руб.}$$

Общие расходы на оплату труда вычисляются по формуле:

$$P_{общ} = P_{OT} + ПВ + PK + З_{ДОП} \quad (4.7)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>					56

где P_{OT} - основная заработная плата; ПВ - премиальные выплаты; $Z_{доп}$ - дополнительные затраты; РК – районный коэффициент.

$$\Sigma P_{OT} = 40201,48 + 8040,29 + 6030,22 + 5628,21$$

$$\Sigma P_{OT} = 59900,2 \text{ руб.}$$

Из таблицы 4.4 берется итоговая сумма стоимости расходных материалов по статье расходных материалов.

$$\Sigma P_{PM} = 4000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы рассчитываются по формуле:

$$CB = P_{OT} \cdot 0,3 \quad (4.8)$$

$$CB = 40201,48 \cdot 0,30 = 12060,44$$

Амортизационные исчисления на использование компьютера составляют 25% от стоимости компьютера.

$$AO = C_{ПК} \cdot 0,25 \quad (4.9)$$

$$AO = 30000 \cdot 0,25 = 7500 \text{ руб.}$$

Расходы на использование Интернета берутся из расчета месячной абонентской платы для предприятия. Пусть:

$$P_{инт} = 1300 \text{ руб.}$$

Административно-хозяйственные расходы составляют 50% от основной заработной платы (P_{OT}).

$$P_{AX} = P_{OT} \cdot 0,5 \quad (4.10)$$

$$P_{AX} = 33999,76 \cdot 0,5 = 20100,74 \text{ руб.}$$

					<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы было проведено библиографическое исследование по методам распознавания объектов на видео-данных. Проведены описания методов распознавания. Обращено внимание на положительные и отрицательные стороны методов распознавания с применением нейронных сетей, корреляционного метода распознавания объектов по шаблону, детектирование объектов, распознавание объектов на основании их признаков. Было акцентирование внимание на детектирование распознавания автомобильного государственного регистрационного номера и распознавание на основании их признаков.

На базе проведенных исследований разработан алгоритм, который базируется на распознавании особенностей изображений из видео-данных и разрешающий результативно детектировать государственные регистрационные номера автомобилей.

Осуществлена настройка опций предлагаемого алгоритма детектирования на базе наглядных и числовых оценок вероятности правильного выделения регистрационного номера автомобиля из оцифрованного изображения. Алгоритм детектирования государственного регистрационного номера на базе точечных характерных особенностей изображения дает возможность достигнуть вероятности правильного распознавания это говорит о том, что данный метод достаточно эффективен по сравнению с точно такими же алгоритмами. Но факт в том, что применение такого метода обработки информации влечет к росту вычислительной труднотности алгоритма.

В результате исследования были решены следующие задачи:

- выполнен анализ существующих методов распознавания;
- реализован метод детектирования объектов и распознавания объектов с использованием особых признаков;

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>				

– разработаны алгоритмы и программная реализация выбранных методов;

– произведены экспериментальные исследования, на основе сравнения методов детектирования объектов, распознавания объектов с использованием особых признаков.

В ходе исследования было проведено сопоставление алгоритмов детектирования объектов и распознавания на основании их признаков в приложении к заданию для текстовых символов на пластине государственного регистрационного номера с товарным эквивалентом.

Выяснилось, что алгоритм распознавания объектов на основании их признаков наиболее эффективен по сравнению с детектированием объектов, так как с применением первого метода на изображении удастся более точно распознать символы на государственном регистрационном номере автомобиля.

						Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	

34. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: В 2 т. М.: Мир, 1982.
35. Писаревский А. Н., и др. Системы технического зрения: (Принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение). Л.: Машиностроение, 1988.
36. Halarick R. M., Shapiro L. G. Computer and Robot Vision // V. I. Addison-Wesley, 1992.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.135.ПЗВКР</i>	64