Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Тамбовский государственный технический университет

Кафедра

Техническое задание к диплому

на тему:

«САПР распознавание автомобильного регистрационного номерного знака с локализованной области»

Выполнил студент гр.

А.

Проверил: В.

Тамбов

**Существующие решения для определения автомобильных номеров**

Существует 20 видов Российских автомобильных номеров, которые содержат как большие, так и маленькие цифры и буквы, а так же бывают как позитивными, так и негативными (в плане фона).

В зависимости от применяемых регистрационных знаков транспортные средства под-разделяют на следующие группы:

1 − транспортные средства, принадлежащие юридическим лицам и гражданам Российской Федерации, юридическим лицам и гражданам иностранных государств, кроме отнесенных к группе 3, а также лицам без гражданства;

2 − транспортные средства воинских частей и соединений, находящихся под юрис-дикцией Российской Федерации и образованных в соответствии с действующими законодательными актами;

3 − транспортные средства, принадлежащие дипломатическим представительствам, консульским учреждениям, международным (межгосударственным) организациям;

4 − транспортные средства, временно допущенные к участию в дорожном движении;

5 − транспортные средства, принадлежащие органам внутренних дел Российской Федерации.

Кроме того, на территории России постоянно присутствует достаточное число автомобилей из стран ближнего и дальнего зарубежья. Несколько Российских компаний предлагают различные решения считывания автомобильных номеров от программных модулей до целых систем, состоящих из оборудования захвата изображения.

**1.1 Общая архитектура**

Система считывания автомобильных номеров состоит из следующих аппаратных и программных модулей (рисунок 1):

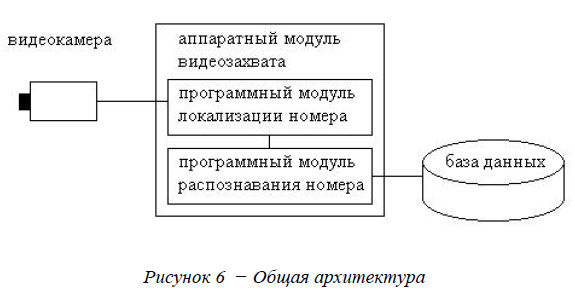
• видеокамера;

• плата видеозахвата;

• модуль локализации номера;

• модуль распознавания;

• внешняя база данных.



Изображение с видеокамеры поступает на вход алгоритма локализации. Программный детектор находит движущийся автомобиль. Затем неким алгоритмом определяется поло-жение номерного знака. После этого выделенный номер распознается программой опти-ческого распознавания символов.

База данных, в зависимости от поставленных перед системой задач, может иметь раз-личную схему. Основными задачами являются: фиксирование номера, даты и времени появления автомобиля в поле зрения камеры; запись стоп-кадра автомобиля или отрезка видео; проверка номера на факт угона и т.д.

**1.2 Программные продукты**

**1.2.1 АВТО-Инспектор**

«АВТО-Инспектор» − специальный аппаратно-программный модуль для регистрации и распознавания автомобильных номеров компании «СТБ-Сервис» действует следующим образом. Над контролируемой полосой движения устанавливается ТВ-камера. Камера подключена к системе «АВТО-Инспектор», программное обеспечение которого обнаруживает появление автомобиля в кадре, отбирает кадр с оптимальным размером и четкостью автомобильного номера и распознает номер автомобиля из кадра. В базе данных сохраняется этот стоп-кадр, либо весь видеофрагмент, связанный с данным автомобилем, а также распознанный номер автомобиля, дата и время проезда автомобиля.

Возможности системы:

• одновременное распознавание нескольких номеров автомобилей в одной зоне контроля;

• при обнаружении номера из списка (например, список машин в угоне) «АВТО-Инспектор» оповещает об этом оператора (подает звуковой сигнал);

• наличие архива и возможность работы с ним: вывод на печать изображения автомобиля, сортировка данных в базе по заданным признакам;

• распознаются все виды российских (однострочных) номеров и некоторые виды зарубежных;

• возможность адаптации к стандартам номеров любой страны;

• модуль успешно работает в любых погодных условиях;

• эффективно взаимодействует с различными охранными системами (охранного телевидения, контроля доступа);

• стоп-кадры номеров сохраняются в архиве с указанием точного времени проезда автомобиля;

• создание базы данных автомобильных номеров;

• создание сетевых систем на территориях большой протяженности;

• «живое видео»;

• записывается каждый проезд, въезд/выезд транспортного средства;

• возможно создание базы данных из специальных стоп-кадров от 2-х ТВ-камер (фронтальный снимок автомобиля и вид сбоку);

• подключение к модулю светофора, шлагбаума, автоматических ворот.

Технология распознавания автомобильных номеров состоит из этапов:

• исходное изображение приводится к виду, который не зависит от таких условий регистрации изображения, как степень освещённости, неравномерное распределение яркости от источников света, расфокуссировка, зашумлённость, цветовая неравно-мерность символов (неравномерная окраска, грязь, пыль, блики), наличие рисунков или иной графики на подложке номера;

• на полученном изображении «быстрым» алгоритмом выделяются области возможно содержащие номер, в этих областях проводится более "тонкий" анализ на основе формального представления масштабных характеристик номерного знака и его вы-деление;

• приведение к стандартному размеру графического изображения номера, выделение символов и их распознавание. Алгоритм распознавания анализирует символы по ключевым характеристикам независимым от масштаба, используемого шрифта, геометрических искажений оптикой, налипание грязи и разрывов;

• уточнение результатов распознавания на основе информации о типе номера и по результатам из предыдущих кадров;

• номер автомобиля

Итогом работы становится строка с распознанным номером и стоп-кадр с изображением автомобиля, отправленным в базу данных.

**1.2.2 Авто-Интеллект**

Компания ITV разработала систему распознавания автомобильных номеров под названием «Авто-Интеллект».

Принцип действия системы распознавания автомобильных номеров заключается в следующем: при движении автомобиля на участке дорожного полотна, в поле «зрения» телекамеры, происходит автоматическое распознавание государственного регистрационного знака, его запись в журнал и проверка на совпадение с номерами в базах данных. Система распознавания автомобильных номеров «Авто-Интеллект» формирует базу данных всех транспортных средств, прошедших через зону контроля, включая в базу изображение, номер, дату, время регистрации и направление движения каждого автомобиля.

Особенности системы распознавания автомобильных номеров «Авто-Интеллект»:

• высокая достоверность распознания государственных регистрационных знаков транспортных средств, двигающихся как в попутном, так и во встречном направлениях;

• легкость и простота в настройке и использовании;

• расширенные сетевые возможности, благодаря распределенной архитектуре «Ин-теллекта»;

• интеллектуальная обработка считанного номера (для федерального и оперативного розыска, «черного» или «белого» списков, разрешение проезда «свой»/ «чужой» и т. д.);

• возможность работы из патрульного автомобиля;

• возможность подключения к заранее созданным базам данных;

• создание оперативных баз и обновление без остановки работы системы;

• формирование звукового сигнала оператору для привлечения внимания в случае совпадения с угнанным номером;

• любая комбинация реакций системы;

• проведение выборок, создание отчетов по различным параметрам;

• работа с внешними устройствами - светофоры, шлагбаумы, системы весового контроля;

• измерение скорости движения с помощью сертифицированного радара или оценка скорости по изменению размера изображения (при жестком закреплении видеокамеры).

**1.2.3 SL-Traffic**

**SL-Traffic** − программный модуль считывания и распознавания автомобильных номе-ров в режиме реального времени компании СпецЛаб. Модуль работает в качестве видео фильтра в системе GOALcity или может встраивается в любую систему видеорегистрации, в том числе и сторонних фирм.

Принцип действия. На контрольном пункте устанавливается видеокамера согласно его требованиям. Видеосигнал с данной камеры вводится в компьютер посредством устанавливаемой в него платы видеозахвата и в режиме реального времени обрабатывается программным модулем считывания и распознавания автомобильных номеров SL-Traffic в следующей последовательности:

• производится обнаружение движущегося автомобиля в зоне действия камеры;

• проводится поиск автомобильного номера (или нескольких номеров);

• осуществляется распознавание обнаруженного номера;

• делаются снимки проезжающего автомобиля (по желанию пользователя);

• осуществляется передача полученной информации для регистрации и архивирования в выбранную по усмотрению пользователя базу данных;

• ведется архив.

**ДИГНУМ АВТО**

Система распознавания автомобильных номеров «ДИГНУМ АВТО» предназначена для:

• детекции и распознавания российских государственных номерных знаков (ГНЗ) транспортных средств на изображении, принимаемом с выбранных каналов, реализованных на платах видеозахвата типа Мегафрейм;

• создания базы данных ГНЗ и работы с ней.

**1.2.5 CarFlow II**

Основой системы ООО Мега Пиксела − CarFlow II является видеопроцессор Mega-Frame-4 (разработка МегаПиксела) на базе PCI-шины. Размер обрабатываемого изображе-ния равен 768×288 серых или цветных пиксела.

Одним из наиболее важных параметров системы считывания автомобильных номеров является ее быстродействие. В системах МегаПиксела используются оригинальные нейроподобные алгоритмы. Алгоритм может работать как с передними, так и с задними номе-рами. Внешний запуск, при этом, не требуется. Это очень важно для систем с широким полем зрения, так как очень часто сразу несколько автомобилей могут одновременно находиться в зоне контроля. Алгоритм МегаПиксела мультизонный - до 16 номерных пластин могут детектироваться одновременно. При этом скорость обработки не зависит от числа зон детекции.

Время детекции для CarFlow II - 60мс.

После детекции часть изображения, содержащая номер (192x24 пиксела) подвергается процедуре предобработки: удаление ложных срабатываний детектора, "чистка", определение типа номера (позитивный или негативный), увеличение и бинаризация. Время удаления ложного срабатывания - 0.5мс.

Полное время предобработки одной зоны - 3.0мс.

Заключительной стадией процесса является OCR (оптическое распознавание символов). Время распознавания составляет приблизительно 20мс. Все времена приведены для системы на базе Pentium II/ 400 MHz..

Другим важным параметром является минимально допустимая контрастность изображения номерной пластины. Talon констатирует следующее ограничение для своей системы: "Разность между средним уровнем яркости символов и средней яркостью фона но-мерной пластины должна составлять не менее 25% от полного размаха видеосигнала". Используя данное определение контрастности, можно констатировать, что системы МегаПиксела могут работать с 5% контрастностью изображений.

**1.3 Резюме**

Был проведен анализ существующих на Российском рынке программных продуктов определения номерных знаков. Эти коммерческие проекты имеют довольно высокую стоимость $1500-3000. Заявленная точность распознавания обычно завышена и не совпадает с реальной. При испытании демо-версий надежно распознаются лишь чистые номера высокой контрастности и относительно большого разрешения. В итоге на заявленную точность 90-98%, приходится реальная − 80-87%.

Используемые алгоритмы локализации и распознавания номерных знаков естественно не публикуются, только лишь некоторые компании называют их типы. Для распознавания обычно используют нейроподобные и шаблонные алгоритмы.

Весомым ограничивающим фактором на цель использования системы является максимальная скорость автомобиля, при которой программа способна локализовать и распознать номер на движущемся транспорте. На что влияют во-первых способ установки ка-меры − высота и наклон; а во-вторых быстродействие обработки изображения автомобиля.

**2 Обзор математических методов распознавания**

В общем случае, распознавание текста состоит из следующих процедур и методов (рисунок 2):

• предобработка;

• сегментация;

• распознавание.

Процедура предварительной обработки используется практически всегда после получения информации, и представляет собой применение операций усреднения и выравнивания гистограмм, различного типа фильтров для исключения помех, а также подавления внешних шумов.

Под сегментацией понимается процесс разделения изображения на отдельные символы.

Конечный этап обработки - распознавание. Для этого этапа входными данными являются изображения, полученные в результате шумоподавления и процесса сегментации.

Сегодня известно три подхода к распознаванию символов − шаблонный, структурный и признаковый.

Шаблонные методы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные методы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных донных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им "известны". И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от эталонного, шаблонные методы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений!

В структурных методах объект описывается как граф, узлами которого являются эле-менты входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними . Методы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии. Так, для буквы "р" - это вертикальный отрезок и дуга.

К недостаткам структурных методов следует отнести их высокую чувствительность к дефектам изображения, нарушающим составляющие элементы. Также векторизация может добавить дополнительные дефекты. Кроме того, для этих методов, в отличие от шаблонных и признаковых, до сих пор не созданы эффективные автоматизированные процедуры обучения. Поэтому структурные описания чаще всего приходиться создавать вручную.

В признаковых методах усредненное изображение каждого символа представляется как объект в n-мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный n-мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к наиболее подходящему из них.

Также существует множество методов, построенных как синтез трех подходов.

Распознавание автомобильных номеров в деталях.

Требования к такому алгоритму:

1) некоторая устойчивость к поворотам (± 10 градусов)  
2) устойчивость к незначительному изменению масштаба (20%)  
3) отрезание каких-либо границ номера границей кадра или просто плохо выраженные границы не должны рушить все (это принципиально важно, т.к. в случае грязных номеров приходится опираться на границу номера; если номер чистый, то ничего лучше цифр/букв не характеризует номер).

Итак, в чистых и хорошо читаемых номерах все цифры и буквы отделимы друг от друга, а значит можно бинаризовать изображение и морфологическими методами либо выделить связанные области, либо воспользоваться известными функциями выделения контуров.

*Бинаризуем кадр*

Здесь стоит еще пройтись фильтром средних частот и нормализовать изображение.  


На изображении приведен изначально малоконтрастный кадр для наглядности.  
  
Затем бинаризовать по фиксированному порогу (можно порог фиксировать, т. к. изображение было нормализовано).

*Гипотезы по повороту кадра.*

Предположим несколько возможных углов поворотов изображения. Например, +10, 0, -10 градусов:

Если связанная область (контур) имеет высоту в пикселях от H1 до H2 а ширина и высота связана отношением от K1 до K2, то оставляем в кадре и отмечаем, что в этой области может быть знак. Почти наверняка на этом этапе останутся лишь цифры и буквы, остальнЫЕ ИЛШНИЕ ДЕТАЛИ из кадра уйдУТ. Возьмем ограничивающие контуры прямоугольники, приведем их к одному масштабу и дальше поработаем с каждой буквой/цифрой отдельно.

*Буквы/цифры*  
  
Качество снимка хорошее, все буквы и цифры отлично разделимы, иначе мы до этого шага не дошли бы.  
Масштабируем все знаки к одному размеру, например, 20х30 пикселей. Вот они:  
image

И теперь самый простой способ сравнить с известными изображениями знаков — использовать XOR (нормализованная дистанция Хэмминга). Например так:  
  
**Distance = 1.0 — |Sample XOR Image|/|Sample|**  
  
Если дистанция больше пороговой, то считаем, что мы нашли знак, меньше — выкидываем.  
  
*Буква-цифра-цифра-цифра-буква-буква*

Ищем автомобильные знаки РФ именно в таком формате. Тут нужно учесть, что цифра 0 и буква «о» вообще не отличимы друг от друга, цифра 8 и буква «в». Выстроим все знаки слева направо и будем брать по 6 знаков.  
Критерий раз — буква-цифра-цифра-цифра-буква-буква (не забываем про 0/о, 8/в)   
Критерий два — отклонение нижней границы 6 знаков от линии

Суммарные очки за гипотезу — сумма дистанций Хэмминга всех 6 знаков. Чем больше, тем лучше.

Итак, если суммарные очки меньше порога, то считаем, что мы нашли 6 знаков номера (без региона). Если больше порога, то идем к алгоритму устойчивому к грязным номерам.

Тут еще стоит рассмотреть отдельно буквы «Н» и «М». Для этого нужно сделать отдельный классификатор, например, по гистограмме градиентов.

*Регион*  
  
Следующие два или три знака над линей, проведенной по низу 6 уже найденных знаков, — регион. Если третья цифра существует, и ее похожесть больше пороговой, то регион состоит из трех цифр. Иначе из двух.  
  
Однако, распознавание региона часто происходит не так гладко, как хотелось бы. Цифры в регионы меньше, могут удачно не разделиться. Поэтому регион лучше узнавать способом более устойчивым к грязи/шума/перекрытию, описанным далее.

##### **Алгоритм устойчивый к грязным номерам**

##### Понятно, что алгоритм, описанный выше совсем не работает, если знаки на номере слипаются из-за плохого качества изображения (грязи, плохого разрешения, неудачной тени или угла съемки).

Поэтому придется опираться на границы автомобильного номера, а потом уже внутри строго определенной области искать знаки с точно известной ориентацией и масштабом.

*Ищем нижнюю границу номера*  
  
Самый простой и самый надежный этап в этом алгоритме. Перебираем несколько гипотез по углу поворота и строим для каждой гипотезы по повороту гистограмму яркости пикселей вдоль горизонтальных линий для нижней половины изображения

Выберем максимум градиента и так определим угол наклона и по какому уровню отрезать номер снизу. Не забудем улучшить контраст и получим вот такое изображение

Вообще стоит использовать не только гистограмму яркости, но также и гистограмму дисперсии, гистограмму градиентов, чтобы увеличить надежность обрезки номера.  
  
*Ищем верхнюю границу номера*

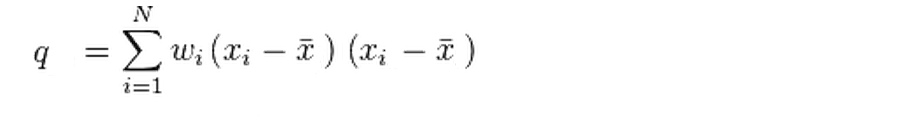
Обучили на каждую цифру и каждую букву каскадный детектор Хаара, нашли все знаки на изображении, так определили верхнюю линию, где резать

*Найти боковые границы номера* абсолютно также, как и нижнюю. Единственное отличие, что часто яркость градиента первого или последнего знака в номере может превышать яркость градиента вертикальной границы номера, поэтому выбирается не максимум, а первый градиент, превышающий порог. Аналогично с нижней границей необходимо перебрать несколько гипотез по наклону, т. к. из-за перспективы перпендикулярность вертикальной и горизонтальной границы совсем не гарантирована.

К сожалению, из-за перспективы и не стандартной ширины всех знаком, приходится как-то выделять символы в уже обрезанном номере. Тут снова выручит гистограмма по яркости.

Единственное, что в дальнейшем стоит исследовать две гипотезы: символы начинаются сразу или один максимум гистограммы стоит пропустить. Это связано с тем, что на некоторых номерах отверстие под винт или головка винта автомобильного номера могут различаться, как отдельный знак, а могут быть и вовсе незаметны.

*Распознавание символов*  
  
Изображение до сих пор не бинаризовано, будем использовать всю информацию, что есть.  
  
Здесь печатные символы, значит подойдет взвешенная ковариация для сравнения изображений с примером:



Конечно, нельзя просто сравнить область, выделенную с помощью горизонтальной гистограммы, с образцами. Приходится делать несколько гипотез по смещению и по масштабу.

В регионе могут быть 2 цифры или 3 цифры — это нужно учесть. Разбивать регион гистограммным способом уже бессмысленно из-за того, что качество изображения может быть слишком низкое. Поэтому просто поочередно находим цифры слева направо. Начинаем с левого верхнего угла, необходимо несколько гипотез по оси X, оси Y и масштабу. Находим наилучшее совпадение. Смещаемся на заданную величину вправо, снова ищем. Третий символ будем искать слева от первого и справа от второго, если мера похожести третьего символа больше пороговой, то нам повезло — номер региона состоит из трех цифр.