

Черкашин Павел Викторович

техник

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный
национальный исследовательский университет»

г. Белгород, Белгородская область

Литвинова Алина Александровна

младший инженер-программист

ООО «НетКрэкер»

г. Воронеж, Воронежская область

Гахов Роман Павеласович

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой

Институт инженерных технологий

и естественных наук

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный
национальный исследовательский университет»

г. Белгород, Белгородская область

**ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО СРЕДСТВА
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ**

Аннотация: в данной статье рассматриваются самые распространённые средства распознавания образов, а также их применимость в решении задачи идентификации лекарственного средства, что необходимо в рамках борьбы с контрафактом и просроченным товаром на российском рынке лекарственных средств.

Ключевые слова: машинное зрение, идентификация объектов, распознавание образов, *image recognition*, лекарственные средства, контрафакт.

На сегодняшний день обстановка на Российском фармацевтическом рынке вызывает опасения поскольку она оказывает влияние на жизненно важные

аспекты жизни граждан. В то же время, на рынке нашей страны, одном из самых значительных, по количеству производителей, импортёров и наименований лекарственных средств (ЛС), присутствует значительное количество контрафактной продукции, и имеют место факты продажи просроченной продукции. Осуществление контроля в данной сфере осложняется отсутствием стандартизации на государственном уровне. Ведётся речь о её создании в 2017 году [1].

В то же время, на настоящий момент, разнообразие вариантов нанесения лицензионной информации на упаковки лекарственных средств осложняет задачу автоматизации их считывания. Рисунок 1 демонстрирует разницу между маркировкой разных производителей. Нужно добавить, что подробностей перспективной маркировки упомянутой выше не оглашалось, поэтому мы будем ориентироваться на данные образцы.



Рис. 1. Маркировка лекарственных средств

Суть стоящей перед нами задачи заключается в создании программных средств для считывания с вторичной упаковки лекарственного средства, при помощи камеры, например, смартфона, штрихового кода, и нанесённых на неё серийного номера, даты выпуска и срока годности. Эти сведения необходимы для того чтобы установить производителя (импортёра), наименования препарата, и серию выпуска. Эти данные нужны для определения подлинности и отсутствия данных о браке данной партии, и выдачи соответствующего резюме пользователю.

В ходе проектирования системы идентификации лекарственных средств мы столкнулись с такой проблемой как выбор методов распознавания образов для идентификации данных, нанесённых на упаковку. Самым лучшим способом выбора из множества, является сравнительный анализ. Но на нашем пути встаёт такая трудность как определение критериев, по которым будет вестись сравнение, и оптимальность этих средств для решаемой задачи.

Поскольку задача локализации части упаковки, содержащей именно напечатанные или выдавленные текстовые данные, содержащие интересующую нас информацию, является не ординарной, предполагается её упростить, путём разделения процесса идентификации ЛС на два этапа. На первом этапе, мы выполняем поиск и считывание штрихового кода, что является наиболее простой и наработанной множеством предшественников задачей. Далее, расшифровав полученные данные, мы узнаём наименование лекарственного средства и его производителя, и как следствие, можем иметь представление о том, как будет выглядеть его маркировка, можем учесть это в алгоритме, и даже выдать подсказку пользователю. Назовём этот процесс разделением задачи проверки ЛС.

На первый взгляд в глаза бросается схожесть технологий машинного зрения и распознавания образов с обработкой сигналов принимаемых в среде подверженной помехам, однако же отличие методов обработки изображений от хорошо изученной теории обработки сигналов, заключается в разработке методов обнаружения объектов, слабо чувствительных к разнообразным видам изменчивости, характерным лишь для изображений. Такими специфическими видами изменчивости являются ракурсные и радиометрические искажения, а также различные виды искажений, не сводимые к вероятностным моделям (шумы формы) [2].

По этой же причине, мы не сможем вычислить эффект от разделения идентификации и проверки лекарственного средства, хотя такое разделение и устраняет некоторую неопределённость перед распознаванием серийного номера лекарства.

Что бы всё же сравнить между собой различные методы распознавания образов, мы рассмотрим особенности их применения в решении схожих задач, проанализируем их применимость в решении нашей задачи, на основе информации о них от экспертов и специалистов в данной сфере.

Задачами сходными нашей являются задачи детектирования номеров регистрации транспортных средств (автомобильных номеров), маркировка деталей и продукции в промышленности, и наиболее дальняя по предмету, но сходная по сложности задача детектирования и локализации людей и лиц.

Работу всех технологий распознавания образов обычно подразделяют на три группы, в зависимости от глубины анализа данных, который в них применяется. Мы поговорим о самой «мелкой» и самой «глубокой» группах, так как ни морфология, ни особые точки по своей сути не смогут оказать на решение нашей задачи решающего влияния, хотя и будут использоваться при реализации.

Фильтры.

Фильтрация – обработка изображения при помощи единого преобразования ко всем его точкам. Данные методы не выполняют какого-либо анализа полученного изображения, но рассматривают полученные точки как особые.

Примером такой обработки являются:

1. Бинаризация изображения по порогу. порогом могут являться значение цвета, яркость. Обычно бинаризация осуществляется с помощью алгоритма, который автоматически выбирает порог. Применение бинаризации зачастую лежит в основе более сложных алгоритмов. Самые простые из них опираются на то, что искомый объект резко контрастирует с фоном. Рис. демонстрирует пример бинаризации, когда требовалось выделить все предметы на белом листе.



Рис. 2. Пример бинаризации по цвету

2. Корреляция. Это вычисление разницы между изображением и неким шаблоном или другим изображением. Как правило применяется в детекторах движения. Рис. – наиболее наглядно демонстрирует пример вычисления корреляции.



Рис. 3. Разностная корреляция

3. Свёртка. Это особый вид интегрального преобразования, позволяющий получить функцию, которая устанавливает «схожесть» двух функций. В распознавании образов это позволяет выделить на изображении низкие или высокие частоты путём свёртки с, например, функциями Гаусса и Габора.

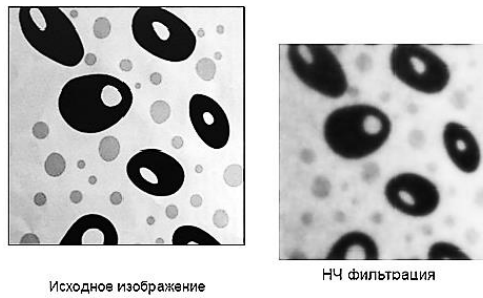


Рис. 4. Пример низкочастотной фильтрации

Так же, для свёртки используются некоторые характеристические функции. Такой тип фильтрации называется Вейвлет-преобразование. Вейвлет-анализом называется поиск произвольного паттерна на изображении при помощи свёртки с моделью этого паттерна. Существует набор классических функций, используемых в вейвлет-анализе. К ним относятся вейвлет Хаара, вейвлет Морле, вейвлет мексиканская шляпа, и т. д. Прimitives Хаара, относятся к таким функциям для двумерного пространства [3].

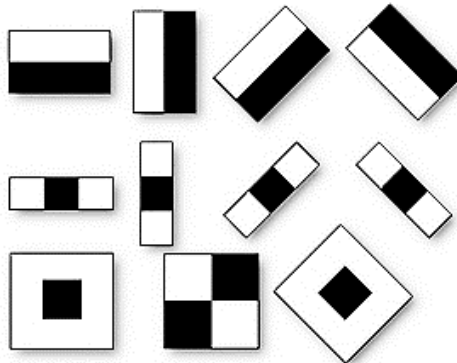


Рис. 5. Примитивы Хаара

Классические вейвлеты обычно используются для сжатия изображений, или для их классификации (без работы с которой нашу задачу не решить).

4. Фильтрация границ и контуров. Контурные изображения являются областями с высокой концентрацией информации, которая слабо зависит от цвета и яркости.

Обычно анализ изображения включает в себя получение внешнего контура изображенных объектов и запись координат точек этого контура. Чаще всего

требуется получить внешний контур в виде замкнутой кривой или совокупности отрезков дуг [4].

Данный подход часто применяется в задачах детектирования автомобильных номеров. На первом этапе производят бинаризацию изображения, фильтрацию оставляя только границы, затем выделяются все найденные контуры, производится их анализ. Ищется контур, соответствующий по пропорциям номерному знаку (или другому маркеру) или две границы (как правило вертикальные) высота которых, и взаимное расстояние подходят под пропорции искомого маркера – предполагается, что он находится между ними [5]. К недостаткам такого подхода можно отнести его низкую устойчивость к помехам, искажениям изображения. Так же, исследователи отмечают его низкое быстродействие [6].

Применение в нашем случае затрудняется ещё и тем, что как таковой рамки может не иметь ни штриховой код, ни серийный номер, а для поиска штрихового кода по наличию штрихов можно подобрать менее трудоёмкий метод.

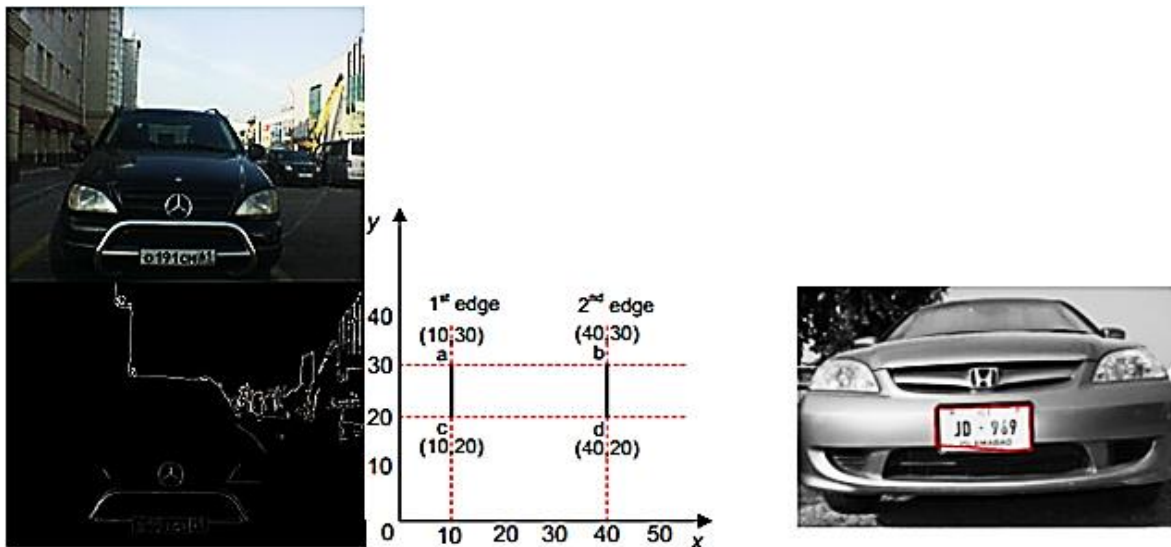


Рис. 6. Пример работы детекторов границ

К положительным особенностям алгоритма можно отнести то что он способен выделять отдельные символы и на него никак не влияет поворот изображения.

Классификаторы.

Это методы оптического распознавания «высокого уровня», как правило они базируются на описанных выше методах, и обрабатывают их результаты.

Классификаторы, это алгоритмы, обучаемые для поиска тех или иных объектов. Для обучения используются выборки, составленные «учителем» и содержащие положительные и отрицательные примеры. суть обучения в задаче распознавания в следующем:

Имеется тестовая выборка, на которой есть несколько классов объектов. Пусть это будет наличие/отсутствие человека на фотографии. Для каждого изображения есть набор признаков, которые были выделены каким-нибудь признаком, будь то Хаар, HOG, SURF или какой-нибудь вейвлет. Алгоритм обучения должен построить такую модель, по которой он сумеет проанализировать новое изображение и принять решение, какой из объектов имеется на изображении.

Как это делается? Каждое из тестовых изображений – это точка в пространстве признаков. Её координаты – это вес каждого из признаков на изображении. Пусть нашими признаками будут: «Наличие глаз», «Наличие носа», «Наличие двух рук», «Наличие ушей», и.т.д... Все эти признаки мы выделим существующими у нас детекторами, которые обучены на части тела, похожие на людские. Для человека в таком пространстве будет корректной точка [1;1;1;1;...]. Для обезьяны точка [1;0;1;0...] для лошади [1;0;0;0...]. Классификатор обучается по выборке примеров. Но не на всех фотографиях выделились руки, на других нет глаз, а на третьей у обезьяны из-за ошибки классификатора появился человеческий нос. Обучаемый классификатор человека автоматически разбивает пространство признаков таким образом, чтобы сказать: если первый признак лежит в диапазоне $0.5 < x < 1$, второй $0.7 < y < 1$, и т. д., тогда это человек.

По существу цель классификатора – отрисовать в пространстве признаков области, характеристические для объектов классификации [3]. Рис демонстрирует как будет выглядеть последовательное приближение к ответу для одного из классификаторов (AdaBoost) в двумерном пространстве.

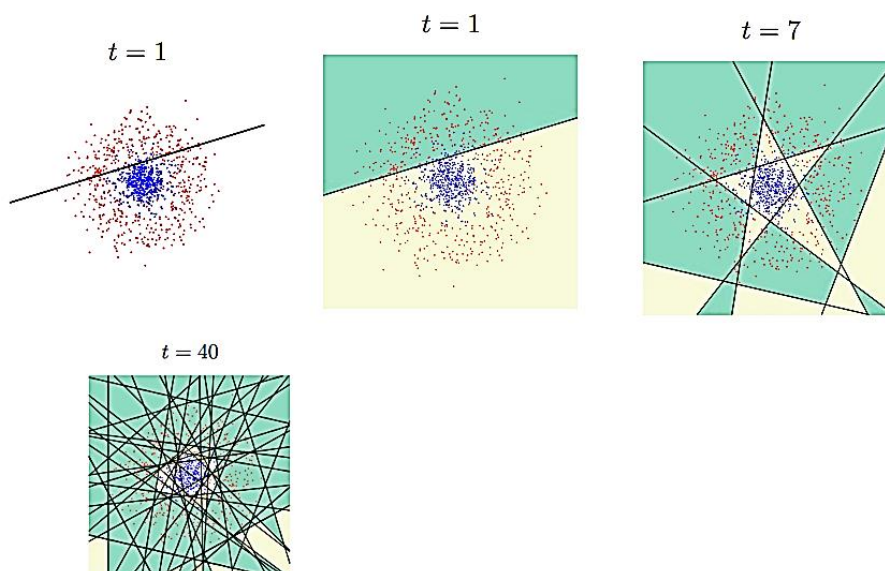


Рис. 7. Поиск классификатора AdaBoost

Рассмотрим самые распространённые классификаторы.

k-means – один из самых простых алгоритмов обучения. Конечно, он в основном для кластеризации, но и обучить через него тоже можно. Работает в ситуации, когда группы объектов имеют неплохо разнесённый центр масс и не имеют большого пересечения.

AdaBoost – один из самых распространённых классификаторов. Например каскад Хаара построен именно на нём. Обычно используют, когда нужна бинарная классификация, но ничего не мешает обучить на большее количество классов.

SVM – один из самых мощных классификаторов, имеющий множество реализаций. Считается достаточно быстрым, но его обучение сложнее, чем у AdaBoost и требуется выбор правильного ядра.

Очевидно, что для решения задачи необходимо применение комплекса из рассмотренных средств, и существует специализированный метод, метод Виолы-Джонса, который базируется на интегральном представлении изображения. Интегральное представление позволяет быстро рассчитывать суммарную яркость произвольного прямоугольника на данном изображении, причем какой бы прямоугольник не был, время расчета неизменно.

Интегральное представление изображения – это матрица, совпадающая по размерам с исходным изображением. В каждом элементе ее хранится сумма интенсивностей всех пикселей, находящихся левее и выше данного элемента. Затем изображение обрабатывается вейвлет-преобразованием по признакам Хаара. На следующем этапе происходит обучение классификатора AdaBoost, который выделяет основные признаки искомым объектов. Из признаков строятся каскады признаков. Каскады признаков представляют собой дерево принятия решений. Обработка изображения и поиск объекта занимают у классификатора, основанного на таком каскаде очень малое время. Данный каскад называют каскадом Хаара, и он лежит в основе большинства современных детекторов лиц.

Для решения нашей задачи, каскад Хаара очень удобен тем, что он позволит создать отдельные каскады признаков, для разных объектов, таких как штриховой код, или серийный номер, причём для разных типов номеров возможно создать отдельные каскады, которые будут активироваться в зависимости от производителя лекарственного средства и его наименования. На данном готовом решении, реализованном в библиотеке OpenCV мы и остановим свой выбор.

Для выявления отдельных символов на уже локализованном объекте мы сможем прибегнуть к детекторам границ.

Вывод: в данной статье мы рассмотрели существующие подходы распознавания образов и их применимость в решении проблемы идентификации лекарственных средств в рамках борьбы с их подделкой.

Список литературы

1. В России с сентября начнут чипировать все шубы: по материалам программы «Сегодня». – 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntv.ru/novosti/1644367>

2. Выделение и описание характерных элементов изображения // technicalvision.ru – 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Выделение_и_описание_характерных_элементов_изображения

3. Мальцев А. Пару слов о распознавании образов // Хабрахабр. – 2014.

4. Сакович И.О. Обзор основных методов контурного анализа для выделения контуров движущихся объектов // Инженерный журнал наука и инновации. – 2014. – Р. 1–8.

5. Моржаков В. Распознавание номеров: от А до 9 // Хабрахабр. – 2014.

6. Трапезников И.Н. Разработка и анализ системы распознавания автомобильных регистрационных знаков. – Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2014. – 130 р.